



INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

ESPECIALIDAD MECÁNICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES"

Autor: Ana María Peñas Alguacil

Tutor: María Inmaculada Iglesias Estradé

Diciembre 2009

DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

ÍNDICE

I. OBJETO Y CONTENIDO DEL PROYECTO

II. FUNDAMENTOS DE LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS

III. DISEÑO MECÁNICO E HIDRÁULICO DE UNA E.D.A.R.

DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJO N°1. DATOS BÁSICOS

ANEJO N°2. DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL

ANEJO N°3. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

ANEJO N°4. ESTUDIO DE EXPLOTACIÓN

ANEJO N°5. PLAN DE OBRA Y PROGRAMA DE TRABAJOS

ANEJO N°6. CARACTERIZACIÓN DE OBRA CIVIL

ANEJO N°7. CARACTERIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ANEJO N°8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATIZACIÓN Y
TELECONTROL.

ANEJO N°9. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL.

ANEJO N°10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO N°2. PLANOS

DOCUMENTO N°3. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO N°4. PRESUPUESTOS

IV. REFERENCIAS

OBJETO Y CONTENIDO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es diseñar y definir las instalaciones necesarias para la depuración de las aguas residuales procedentes un núcleo urbano de la Comunidad de Madrid. El municipio considerado será Robledillo de la Jara. El estudio se centrará en el diseño mecánico e hidráulico de colectores y la estación de tratamiento.

En la actualidad las aguas residuales de Robledillo de la Jara carecen de tratamiento y son vertidas directamente al Arroyo de Robledillo. Estas aguas residuales poseen un alto poder contaminante debido su elevada carga de materia orgánica y sólidos disueltos. Su vertido directo e incontrolado en un entorno natural constituye un problema medioambiental que ha de ser subsanado mediante un sistema de depuración eficaz.

Las instalaciones incluidas en este proyecto son aquellas que permiten un tratamiento de las aguas residuales urbanas, con el fin de llegar a un tratamiento completo de todos los vertidos producidos, de forma que se consiga el grado de depuración necesario, hasta cumplir los límites fijados por la Directiva del Consejo de la Unión Europea 91/271/CEE de 21 de mayo de 1.991, sobre Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas.

El contenido del proyecto se divide en dos partes, en la primera se desarrolla una introducción y se exponen los conceptos básicos sobre la depuración de aguas residuales.

En la segunda parte se desarrolla el diseño de la estación depuradora en el que se exponen y justifican todos sus elementos mecánicos.

FUNDAMENTOS DE LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS

1. INTRODUCCIÓN	2
2. CONTAMINACIÓN.....	3
2.1 TIPOS DE CONTAMINANTES	4
3. AGUAS RESIDUALES	10
3.1 TIPOS DE AGUAS RESIDUALES	10
3.2 CONTAMINANTES HABITUALES EN AGUAS RESIDUALES URBANAS	11
3.3 CONSECUENCIAS QUE ACARREAN LOS VERTIDOS.....	13
4. MARCO LEGAL	14
4.1 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DEPURADA.....	15
4.2 CARACTERÍSTICAS DEL FANGO	15
5. EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES. SISTEMAS.....	17
5.1 SEGÚN EL COSTE DE EXPLOTACIÓN, GRADO DE COMPLEJIDAD Y TECNOLOGÍA EMPLEADA.	18
5.2 SEGÚN EL MEDIO DE ELIMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES.....	19
5.3 SEGÚN LA FASE DE DEPURACIÓN.....	20
5.4 SEGÚN EL TIPO DE CONTAMINANTE A ELIMINAR.	21
6. LÍNEAS DE TRATAMIENTO DE UNA E.D.A.R.	23
6.1 LÍNEA DE AGUAS.....	23
6.2 LÍNEA DE FANGOS.....	28
6.3 LÍNEA DE GAS.....	32

1. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo.

El uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y en los ecosistemas en donde se utilizan. El caso del agua es uno de los ejemplos más claros: un mayor suministro de agua significa una mayor carga de aguas residuales.

La importancia de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo. Hasta finales del siglo XIX no se reconoció el agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas. Hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua esta fuera de toda duda.

El hombre influye sobre el ciclo del agua de dos formas distintas, bien directamente mediante extracción de las mismas y posterior vertido de aguas contaminadas, o bien indirectamente alterando la vegetación y la calidad de las aguas.

Antiguamente, cuando la densidad de población era muy baja, las aguas residuales eran devueltas directamente a sus cauces. Además, entonces no existía la amplia gama de productos químicos que nos acompañan actualmente, como detergentes, disolventes, pinturas o medicamentos, y el río podía depurar de manera natural los vertidos que le llegaban.

Los núcleos urbanos, la industria, la ganadería, etc. todas las actividades humanas utilizan el agua y una parte importante se mezcla con otras sustancias generando un residuo que debe ser tratado.

Actualmente tanto la cantidad como la cualidad de las aguas residuales que generamos hacen imposible que el propio río las depure, debemos tratarlas previamente para reducir su carga contaminante.

La depuración consistirá en la eliminación de la contaminación e impurezas incorporadas en el agua a tratar.

Puede definirse como esenciales los siguientes objetivos justificativos de cualquier acción relativa a la depuración de las aguas:

- Prevenir y reducir al máximo la contaminación y sus molestias.
- Mantener un balance ecológico satisfactorio y asegurar la protección de la biosfera.
- Prever el desarrollo urbano, teniendo en cuenta las necesidades de calidad.
- Asegurar una atención especial a los aspectos ambientales en la planificación del suelo y de las ciudades.

2. CONTAMINACIÓN

Se considera que el agua está contaminada cuando su composición o su estado natural se ve modificado de tal modo, que pierde las condiciones aptas para los usos a los que estaba destinada, o su función ecológica, presentando alteraciones físicas (temperatura, color, radioactividad...) y químicas (composición).

Cualquier cambio químico, físico o biológico respecto a un nivel base “natural” constituye un fenómeno de contaminación. En este sentido, por contaminación de las aguas se entiende el aporte de materias o formas de energía de una manera directa o indirecta que impliquen una alteración o modificación de su calidad en relación a sus usos posteriores o a su función ecológica.

Los tipos de contaminación se clasifican según el factor ecológico que altere, aunque suelen afectar a más de un factor:

- **CONTAMINACIÓN FÍSICA:** Las sustancias que modifican factores físicos, pueden no ser tóxicas en sí mismas, pero modifican las características físicas del agua y afectan a la biota acuática.
 - Caracteres organolépticos: Color, Olor, Sabor.
 - Grasas y aceites en estado libre.
 - Espumas.
 - Temperatura.
 - Radioactividad.
 - Sólidos: Totales, Disueltos, Suspensión, Flotables.
- **CONTAMINACIÓN QUÍMICA:** Algunos efluentes cambian la concentración de los componentes químicos naturales del agua causando niveles anormales de los mismos. Otros, generalmente de tipo industrial, introducen sustancias extrañas al medio ambiente acuático, muchos de los cuales pueden actuar en detrimento de los organismos acuáticos y de la calidad del agua en general. En este sentido es en el que puede hablarse propiamente de contaminación.
 - Salinidad.
 - pH: Acidez / Alcalinidad.
 - Desoxigenación
 - Presencia de Materia orgánica: Biodegradable, No-Biodegradable.
 - Nitrógeno: Total, Orgánico, Amoniacal, Nitritos, Nitratos.
 - Fósforo: Orgánico, Inorgánico.
 - Metales pesados: Níquel, Manganeso, Plomo, Cromo, Cadmio, Zinc, Cobre,
 - Hierro, Mercurio, Arsénico...
 - Tóxicos (cianuros, cromatos, fluoruros...).
 - Gases: metano, anhídrido carbónico, nitrógeno, ácido sulfhídrico...

- **CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA:** Son los efectos de la descarga de material biogénico, que cambia la disponibilidad de nutrientes del agua, y por tanto, el balance de especies que pueden subsistir. El aumento de materia orgánica origina el crecimiento de especies heterótrofas en el ecosistema, que a su vez provoca cambios en las cadenas alimentarias. Un aumento en la concentración de nutrientes provoca el desarrollo de organismos productores, lo que también modifica el equilibrio del ecosistema.
 - Virus.
 - Protistas: Bacterias, Hongos, Algas, Protozoos.
 - Animales y plantas: Rotíferos, Crustáceos...

2.1 TIPOS DE CONTAMINANTES

2.1.1. CARACTERES ORGANOLÉPTICOS

Color

El color de un agua puede ser de origen natural o por contaminación. Todas las aguas presentan una tonalidad variable dependiendo de muy diversas circunstancias. Esta tonalidad más o menos acusada es el color del agua, que tiene su origen en causas internas o en causas externas. Las primeras, son debidas a los materiales disueltos y a los suspendidos en el mismo agua, y las segundas, tienen su origen en la absorción de las radiaciones de mayor longitud de onda. A su vez, este color del agua es de dos tipos: APARENTE (el que presenta el agua bruta) y REAL (el que queda después de haber separado las materias en suspensión por filtración).

Las sustancias productoras de color son muy diversas, por ejemplo, en aguas naturales la presencia de materia orgánica (humus, ácidos tánicos,...) da origen a una coloración amarillo-café y las enriquecidas en fitoplancton y clorofila, da lugar a tonalidades verdosas.

Las aguas residuales urbanas cuando son frescas son grisáceas, oscureciéndose a medida que pasa el tiempo hasta convertirse en negras. Las industriales dependerán del tipo de fabricación, materias primas, procesos, etc. El efecto de este contaminante sobre el medio receptor es además de perjudicial, estético; disminuyendo la transmisión de la energía solar y en consecuencia la fotosíntesis.

Olor

El olor presente en el agua puede ser debido a la presencia en la misma de compuestos químicos (fenoles, cloro,...), materias orgánicas en descomposición (desprendimiento de gases) o bien a ciertos organismos vivos (algas, hongos,...). Una característica del olor es que cantidades muy pequeñas pueden originar grandes olores.

Las aguas residuales urbanas cuando son frescas no presentan olores, sólo a medida que transcurre el tiempo aumenta el olor por desprendimientos de gases tales como el sulfhídrico o metano -originados por descomposición anaerobia-. En las aguas industriales el olor dependerá de los compuestos presentes en los procesos. En las aguas naturales, si existe olor es debido a la presencia de descomposiciones de productos naturales (el desove de peces, ...).

Sabor

Para aguas residuales urbanas e industriales, este contaminante no se tiene en cuenta, dado que estas aguas no son aptas para el consumo. Su efecto sobre el medio receptor es la transmisión de sabor a la fauna acuática o a el agua utilizada aguas abajo.

2.1.2. GRASAS Y ACEITES

Se consideran sólo aquellas que están en estado libre, ya sean de origen animal, vegetal o mineral. Mención especial dentro de estos últimos, son los derivados del petróleo (su presencia en colectores y por evaporaciones dan lugar a atmósferas explosivas y/o tóxicas).

Al ser compuestos que no son solubles en el agua y con menor densidad que ella (tensión superficial), originan casi siempre emulsiones, interfases o una capa superficial de gran extensión a pesar de estar en pequeñas cantidades.

Su efecto sobre el medio receptor es además de perjudicial, estético; impregnando vegetales y animales (peces, aves, ...) e impidiendo la fotosíntesis, respiración y transpiración. Es decir, se interfiere la actividad biológica formándose una barrera que impide la transferencia de oxígeno desde la atmósfera a la masa de líquido.

En las aguas residuales urbanas de pequeñas instalaciones apenas existen grasas y aceites, por lo que no se considera necesario ningún método de tratamiento específico. Por el contrario, en el caso de grandes instalaciones (grandes poblaciones), si se considera el desengrasado. En las aguas industriales, sobre todo en refinerías, el desengrasado es imprescindible.

2.1.3. ESPUMAS

La aparición de espumas en un cauce receptor es un efecto producido por la presencia de otros contaminantes, que originan una disminución de la tensión superficial. En las aguas residuales urbanas, las espumas son debidas a la presencia de proteínas y detergentes. En las industriales, por tensoactivos, salinidad y alcalinidad elevada, partículas sólidas finas, etc. El efecto de las espumas sobre el medio receptor es además de dificultar la transferencia de oxígeno y provocar una reducción de la fotosíntesis, el hecho de que inhibe la autodepuración natural al actuar sobre los microorganismos.

2.1.4. TEMPERATURA

Tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se desarrollan en el seno del agua como, por ejemplo, en la solubilidad de los gases y de las sales, así como en las reacciones biológicas, que tienen una temperatura óptima para poder realizarse. Una temperatura elevada implica la aceleración de la putrefacción, y por tanto, un aumento de la demanda de oxígeno; paralelamente, disminuye la solubilidad de éste. Las aguas residuales presentan mayor temperatura que las naturales. Las urbanas están en torno a 15 °C y las industriales dependerán del tipo de proceso utilizado y del volumen de agua.

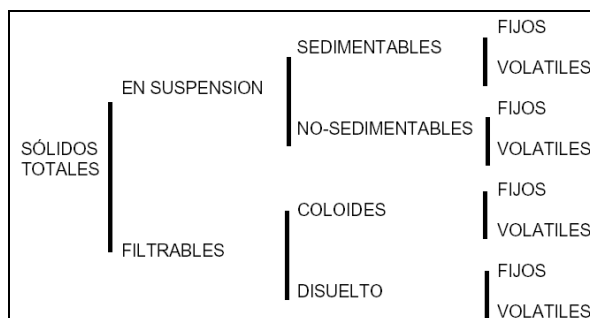
Su efecto principal sobre el medio receptor como consecuencia de elevar la temperatura del agua es la disminución de la solubilidad del oxígeno en la misma, provocando alteraciones tanto químicas como biológicas que originan la desaparición de unas especies (salmónidos, ...) en favor de otras (hongos,...).

2.1.5. RADIOACTIVIDAD

Todas las aguas presentan una determinada radiactividad natural, como consecuencia de la presencia de los isótopos de los elementos. Este tipo de contaminación tiene su origen en aguas procedentes de hospitales, centros de investigación farmacéuticos, centrales nucleares, etc.

2.1.6. SÓLIDOS

Se puede definir como SÓLIDO todo aquel elemento o compuesto presente en el agua y que no es el agua. Se clasifican en sólidos filtrables y sólidos en suspensión según pasen o no a través de un filtro; los términos de fijos y volátiles se asocian con inorgánicos y orgánicos respectivamente. Los sólidos en suspensión y/o coloides (partículas cargadas eléctricamente) incrementan la turbiedad del agua, y la de los sólidos disueltos, la salinidad del medio.



Los efectos sobre el medio receptor son:

A/ De los sólidos en suspensión*:

- Producción del color aparente de las aguas.
- Disminución de la fotosíntesis.
- Depósitos sobre plantas y branquias de peces.
- Sedimentación en el fondo de los cauces receptores.

B/ De los sólidos disueltos:

- Aumento de la salinidad.
- Variación de la solubilidad del oxígeno en el medio.
- Aunque no sean tóxicos, pueden inducir la toxicidad de otros compuestos.

***Sólidos en suspensión (S.S.),** Es la cantidad de materias orgánicas o minerales, en suspensión en el agua. Generalmente los valores de SS que podemos encontrar se sitúan en el intervalo entre 100 y 500 mg/l. Dentro de los sólidos en suspensión hay que distinguir los sólidos sedimentables o decantables que generalmente se encuentran entre unos valores de 5 a 15 ml/l. Cuando no se conoce la cantidad de sólidos presentes en el agua mediante los muestreos, a efectos de cálculo se estima en función de unas aportaciones medias por habitante y día, siendo en este caso entre 75 y 90 gr/hab/día.

2.1.7. MATERIA ORGÁNICA

Desde el punto de vista de la contaminación, y dentro de los procesos de tratamientos biológicos, los compuestos orgánicos se dividen en dos grandes grupos:

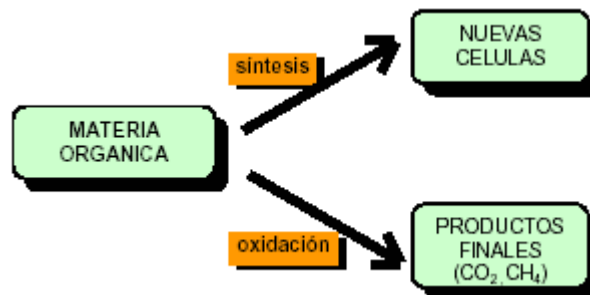
- Materia Orgánica Biodegradable.
- Materia Orgánica No-Biodegradable.

Se define por BIODEGRADABILIDAD: “La característica de determinados compuestos para poder ser utilizados por los microorganismos como fuente de alimentación”.

Es decir, los compuestos biodegradables sirven como:

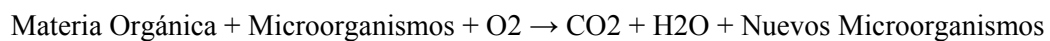
- Sustrato en procesos de oxidación para obtener la energía precisa para la vida

- Sintetizadores de productos más complejos: En procesos de síntesis, a partir de la mencionada materia orgánica (M.O.) se elaboran productos muchos más complejos (amino-ácidos, proteínas,...) que acabarán dando lugar por reproducción a nuevos microorganismos.



Los tipos de reacciones bioquímicas que tienen lugar son:

- AEROBIAS (en presencia de oxígeno):



- ANAEROBIAS (en ausencia de oxígeno):



Entre los múltiples factores que afectan a la biodegradabilidad de un agua residual, se encuentran:

- Naturaleza de la materia orgánica.
- Tipo de microorganismos.
- Temperatura del agua residual.
- pH.
- Salinidad.
- Tiempo de reacción.
- Presencia de inhibidores y/o tóxicos.
- Concentración de nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) y oligoelementos (Mg, Ca, Fe,...).

Para la cuantificación de la materia orgánica biodegradable, se emplea la **DBO5 (Demanda Biológica de Oxígeno)****. Se define como la cantidad de oxígeno que precisan los microorganismos para la biodegradación de la materia orgánica biodegradable existente en el agua residual, a través de procesos bioquímicos y en las siguientes condiciones de reacción:

- Temperatura: 20 °C.
- Tiempo de retención: 5 días.
- Oscuridad.
- Dilución de la muestra a la concentración adecuada.
- pH = 7-7,5.
- Nutrientes y oligoelementos.

Para la cuantificación de la materia orgánica total, se emplea la **DQO (Demanda Química de Oxígeno)*****. Se define como la cantidad de oxígeno que se precisaría para la oxidación de la materia

orgánica por medio de reactivos químicos. Los métodos utilizados son dos: uno con permanganato potásico para el caso de aguas limpias, y otro con dicromato potásico para aguas residuales.

Como la DQO oxida toda la materia orgánica mientras que la DBO oxida sólo la biodegradable, la relación DBO/DQO será siempre menor de la unidad. Así, la relación DBO5/DQO nos da una idea de la biodegradabilidad de un agua residual:

- Para un efluente predominantemente doméstico, esta relación está generalmente comprendida entre 0,3 y 0,5.
- Para los efluentes de industrias alimentarias es inferior, del orden de 0,55 a 0,65 que indica una mejor biodegradabilidad.
- Una relación inferior a 0,2 indica la existencia de un fuerte aporte industrial al efluente lo que lo hace poco biodegradable.

**** DBO5: *Demanda biológica de oxígeno*:** Es la cantidad de oxígeno consumida durante 5 días por bacterias aerobias para asegurar la degradación de las materias orgánicas biodegradables. Se elige el intervalo de 5 días para reducir el periodo de control, puesto que una degradación completa de la materia orgánica supondría un periodo superior a las 3-4 semanas.

*****DQO: *Demanda química de oxígeno*,** es la cantidad de oxígeno consumida por las materias oxidables presentes en el agua, es decir, la mayor parte de los compuestos orgánicos, y una pequeña cantidad de sales minerales. Los resultados de un ensayo de DQO se pueden obtener en un periodo de tiempo de aproximadamente 3 horas, frente a los 5 días de la DBO5.

2.1.8. PH

El valor de este parámetro es importante para determinar la calidad de un agua residual, debido a que el rango en el cual se desarrollan los procesos biológicos corresponde a un intervalo estrecho y crítico -no existiendo vida fuera del mismo por desnaturalización de las proteínas de los seres vivos-. Es de señalar que por variación del pH, el agua puede convertirse en corrosiva respecto a los metales, o bien compuestos estables presentes en la misma pueden convertirse en tóxicos.

Las aguas residuales urbanas son ligeramente alcalinas. En las industriales, dependerá de los productos fabricados, materias primas, etc.

2.1.9. NITRÓGENO Y FÓSFORO

Ambos elementos en forma de sales son esenciales para la vida, ya que entran a formar parte en la estructura de las proteínas. Su presencia en los procesos biológicos es de 45 gramos de Nitrógeno y 5 gramos de Fósforo por cada Kilogramo de DBO eliminada. En las aguas residuales urbanas ambos elementos son muy abundantes, proceden de las heces humanas y de los detergentes.

Si estas aguas urbanas son frescas, el nitrógeno se encuentra en forma de NITROGENO ORGANICO (urea y compuestos proteínicos), pasando posteriormente a forma AMONIACAL por descomposición bacteriana. A medida que el agua se estabiliza, por oxidación se obtendrán primero NITRITOS, y a continuación, éstos pasarán a NITRATOS.

Su efecto principal sobre el medio receptor es lo que se conoce con el término de "EUTROFIZACIÓN" del cauce, o lo que es lo mismo, un crecimiento desmesurado de las algas.

2.1.10. TÓXICOS

Determinados elementos o compuestos químicos presentan un cierto grado de toxicidad, de gran importancia por las implicaciones que su presencia en el vertido ocasionan, produciendo distintos grados de efectos: inmediatos, crónicos, subcrónicos, latentes, etc.

Dentro de los cationes destacan por su toxicidad, los metales pesados: Cobre, Mercurio, Cromo, Cadmio, Zinc, Níquel, Hierro, Manganeseo, Plomo, Arsénico,..., debido a sus problemas de bioacumulación a lo largo de la cadena alimentaria.

Entre los aniones, se encuentran: cianuros, cromatos, fluoruros, etc. Igualmente, existen otros compuestos que habría que considerar porque poseen una toxicidad elevada como son los plaguicidas, fungicidas, bactericidas...

2.1.11. VIRUS

Hay una gran variedad de virus que pueden estar presentes como organismos patógenos en las aguas residuales urbanas. Los virus procedentes del intestino suelen pasar a las heces humanas.

Estos virus excretados pueden sobrevivir durante varias semanas en el medio ambiente, especialmente si las temperaturas son frías (menores de 10 °C). Se sabe que algunos virus pueden vivir hasta 41 días en el agua o agua residual a 20 °C y hasta 6 días en un río.

Los grupos de virus más importantes a tener en cuenta son:

- ENTEROVIRUS (Poliomelitis)
- ADENOVIRUS
- HEPATITIS A
- REOVIRUS
- ROTAVIRUS (Diarrea)

2.1.12. BACTERIAS

Las heces de las personas sanas contienen gran cantidad de bacterias de una enorme variedad de especies. Las bacterias penetran en el ser humano fundamentalmente a través de la ingestión, pero otras lo hacen a través de las vías respiratorias por inhalación de aerosoles o a través de los ojos.

Cada persona evacua por día de cien mil a cuatro cientos mil millones de estos organismos, destacando por su elevado número las bacterias en forma de bastoncillo -conocidas como Coliformes-. Éstas -al ser tan numerosas- son fáciles de determinar en aguas contaminadas y sirven como indicador. Su presencia en el agua se considera como una indicación de la presencia de posibles organismos patógenos, y su ausencia indica un agua libre de microorganismos causantes de enfermedades. Se utilizan como indicadores de contaminación fecal.

Los más utilizados son:

- El coliforme fecal "ESCHERICHIA COLI"
- y las bacterias anaerobias "CLOSTRIDIUM", "BACTEROIDES" Y "BIFIDOBACTERIUM".

3. AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales, contaminadas, son las que han perdido su calidad como resultado de su uso en diversas actividades. Se trata de aguas con un alto contenido en elementos contaminantes, que a su vez van a contaminar aquellos sistemas en los que son evacuadas.

Del total de vertido generado por los focos de contaminación, sólo una parte será recogida en redes de saneamiento, mientras que el resto será evacuado a sistemas naturales directamente.

Cuando un vertido de agua residual sin tratar llega a un cauce produce varios efectos sobre él:

- Tapiza la vegetación de las riberas con residuos sólidos gruesos que lleva el agua residual, tales como plásticos, utensilios, restos de alimentos, etc.
- Acumulación de sólidos en suspensión sedimentables en fondo y orillas del cauce, tales como arenas y materia orgánica.
- Consumo del oxígeno disuelto que tiene el cauce por descomposición de la materia orgánica y compuestos amoniacales del agua residual.
- Formación de malos olores por agotamiento del oxígeno disuelto del cauce que no es capaz de recuperarse.
- Entrada en el cauce de grandes cantidades de microorganismos entre los que pueden haber elevado número de patógenos.
- Contaminación por compuestos químicos tóxicos o inhibidores de otros seres vivos.
- Posible aumento de la eutrofización al portar grandes cantidades de fósforo y nitrógeno.

3.1 TIPOS DE AGUAS RESIDUALES

La clasificación se hace con respecto a su origen, ya que este origen es el que va a determinar su composición. Actualmente, la contaminación de los cauces naturales tiene su origen en tres fuentes:

- vertidos urbanos
- vertidos industriales
- contaminación difusa (lluvias, lixiviados, etc.)

Aguas residuales urbanas

Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos.

Los aportes que generan esta agua son:

- Aguas negras o fecales: Procedentes de la defecación del ser humano, son del orden de 1,35 litros/habitante/día. Contienen gran cantidad de microorganismos tanto aerobios como anaerobios.
- Aguas de lavado doméstico: Estas pueden subdividirse en: Aguas de cocina (sales, materias grasas, sólidos...), Aguas blancas de baño (jabones, líquidos de limpieza...) y Aguas de lavado de locales (jabones, arenas, papel...).

- Aguas de limpieza pública y riego: Tienen como característica específica la debida a su procedencia, contaminada por los arrastres de limpieza y de materias nutrientes de parques y jardines.
- Aguas de lluvia y lixiviados: Tienen las características de un agua dulce muy pura, aunque según las zonas -rural, urbana o industrial- y dependiendo de la contaminación atmosférica, su calidad puede verse alterada notablemente.

En general las composiciones de las aguas residuales urbanas son relativamente parecidas, dependiendo su composición particular del nivel de vida y grado de desarrollo de la población en cuestión. Las características particulares de cada vertido urbano dependerán del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

Aguas residuales industriales

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Son mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

3.2 CONTAMINANTES HABITUALES EN AGUAS RESIDUALES URBANAS

- Arenas: Partículas de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar.
- Grasas y aceites: Sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.
- Residuos con requerimiento de oxígeno: Compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que se van a llevar a cabo con u con sumo de oxígenos del medio. Estas oxidaciones van a realizarse bien por vía química o bien por vía biológica.
- Nitrógeno y fósforo: Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas.
- Agentes patógenos: Organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.

- Otros contaminantes específicos: Incluimos sustancias de naturaleza muy diversa que provienen de aportes muy concretos: metales pesados, fenoles, petróleo, pesticidas, etc.

De todos estos contaminantes, aquellos cuya presencia es generalizada y mayoritaria en aguas residuales urbanas son los que se agrupan como **SÓLIDOS EN SUSPENSION (SS)**, fijos y volátiles, y la **MATERIA ORGÁNICA**, en su mayor parte biodegradable (**DBO5**). Estos dos parámetros son cruciales para cuantificar el nivel de contaminación de las aguas residuales urbanas. En apartados posteriores se comprobará cómo influyen en los criterios para definir los parámetros de depuración de las aguas residuales.

Una composición típica de estas aguas residuales urbanas con los tres niveles posibles de concentración (alto, medio y bajo):

CONSTITUYENTE	CONCENTRACION (ppm)		
	Baja	Media	Alta
Sólidos Totales	350	700	1.200
<i>Sólidos Disueltos</i>	<i>250</i>	<i>500</i>	<i>850</i>
<i>Fijos</i>	<i>145</i>	<i>300</i>	<i>525</i>
<i>Volátiles</i>	<i>105</i>	<i>200</i>	<i>325</i>
<i>Sólidos en Suspensión (SS)</i>	<i>100</i>	<i>200</i>	<i>350</i>
<i>Fijos</i>	<i>30</i>	<i>50</i>	<i>75</i>
<i>Volátiles</i>	<i>70</i>	<i>150</i>	<i>275</i>
Materia Decantable (mg/l)	5	10	20
DBO5	100	200	300
DQO	250	500	1000
Nitrógeno (como N)	20	40	85
<i>Orgánico</i>	<i>8</i>	<i>15</i>	<i>35</i>
<i>Amoníaco libre</i>	<i>12</i>	<i>25</i>	<i>50</i>
<i>Nitritos</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Nitratos</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Fósforo Total (como P)	6	10	20
<i>Orgánico</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>5</i>
<i>Inorgánico</i>	<i>4</i>	<i>7</i>	<i>15</i>
Cloruros	30	50	100
Alcalinidad (como CO3Ca)	50	100	200
Aceites y Grasas 150 100 50	50	100	150

3.3 CONSECUENCIAS QUE ACARREAN LOS VERTIDOS

➤ Aparición de fangos y flotantes.

Existen en las aguas residuales sólidos en suspensión de gran tamaño que cuando llegan a los cauces naturales pueden dar lugar a la aparición de sedimentos de fango en el fondo de dichos cauces, alterando seriamente la vida acuática a este nivel, ya que dificultará la transmisión de gases y nutrientes hacia los organismos que viven en el fondo.

Por otra parte, ciertos sólidos, dadas sus características, pueden acumularse en las orillas formando capas de flotantes que resultan desagradables a la vista y además, pueden acumular oro tipo de contaminantes que pueden llevar a efectos más graves.

➤ Agotamiento del contenido en oxígeno

Los organismos acuáticos precisan del oxígeno disuelto en el agua para poder vivir. Cuando se vierten en las masas de agua residuos que se oxidan fácilmente, bien por vía química o por vía biológica, se producirá la oxidación con el consiguiente consumo de oxígeno en el medio.

Si el consumo de oxígeno es excesivo, se alcanzarán niveles por debajo del necesario para que se desarrolle la vida acuática, dándose una muerte masiva de seres vivos.

Además, se desprenden malos olores como consecuencia de la aparición de procesos bioquímicos anaerobios, que dan lugar a la formación de compuestos volátiles y gases.

➤ Daño a la salud pública.

Los vertidos de efluentes residuales a cauces públicos, pueden fomentar la propagación de virus y bacterias patógenos para el hombre.

➤ Eutrofización

Un aporte elevado de nitrógeno y fósforo en los sistemas acuáticos propicia un desarrollo masivo de los consumidores primarios de estos nutrientes; zoo y fitoplancton y plantas superiores. Estas poblaciones acaban superando la capacidad del ecosistema acuático, pudiendo llegar a desaparecer la masa de agua.

➤ Otros efectos.

Pueden ser muy variados y van a ser consecuencia de contaminantes muy específicos, como valores de pH por encima o por debajo de los límites tolerables, presencia de tóxicos que afecta directamente a los seres vivos, etc.

4. MARCO LEGAL

Normativa Europea

La calidad de las aguas superficiales es objeto de diferentes Directivas Comunitarias, tanto en lo que se refiere a las aguas de suministro como a las residuales, que de forma preceptiva han sido trasladadas a ámbitos estatales en forma de decretos.

El V Programa Comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible, que entró en vigor el 1 de febrero de 1993, establece las directrices de actuación en materia ambiental que han de desarrollarse en los estados miembros.

En lo referente a las aguas, la política comunitaria fija los siguientes objetivos:

- Impedir la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, previniendo especialmente la contaminación en su origen.
- Rehabilitar las aguas subterráneas y de superficie para asegurar una fuente adecuada de suministro de agua potable.
- Equilibrar la demanda y el suministro de agua mediante un uso y una gestión más racional de los recursos hídricos.

El 27 de febrero de 1998, la Unión Europea aprobó la **Directiva 98/15/CE** por la que se modificaba la Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, en la que se establece que los estados miembros adoptarán las medidas necesarias para garantizar que las citadas aguas sean tratadas correctamente antes de su vertido.

La directiva marca un calendario concreto para asumir un nivel de tratamiento de las aguas residuales, en función de la aglomeración de las poblaciones. En lo referente a núcleos de 2.000 habitantes equivalentes o menos, el tratamiento debería haber sido adecuado a la calidad del medio receptor antes del 31 de diciembre del año 2005.

Normativa Estatal

En lo que se refiere al marco legal español, las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales están contempladas en el Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre.

Normativa Autonómica

Además de la legislación general del Estado en materia de efluentes, cada Comunidad Autónoma y Entidades Locales pueden establecer medidas complementarias y compatibles en este mismo sentido, donde se recogen las condiciones de los vertidos en las redes de alcantarillado, colectores o instalaciones de saneamiento donde tienen competencia, y antes de que estas aguas viertan sobre los cauces públicos, donde la competencia es de las Confederaciones Hidrográficas y en consecuencia del Estado.

En lo referente a la **evacuación de fango**, se prohíbe el vertido de fangos procedentes de las instalaciones de aguas residuales a las aguas marinas, a partir del día 8 de enero de 1999. La evacuación de fangos a aguas continentales quedó prohibida desde la entrada en vigor del Real Decreto Ley 11/1995 [ESP, 1995].

Referente a la aplicación de fangos a suelos, debe considerarse el Real Decreto 1310/1993, de 26 de octubre, por el cual se regula el uso de fangos en el sector agrario. Toda partida de fangos destinada a la actividad agraria debe ir acompañada de una documentación, expedida por el titular de la estación depuradora y en posesión del usuario del fango, en la que se especifique el proceso de tratamiento y la composición. Los parámetros mínimos que deben incluirse son: materia seca, materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo y metales como el cadmio, cobre, níquel, plomo, zinc y mercurio. Los fangos utilizables y los suelos donde se pueden aplicar están limitados en cuanto a contenido de metales pesados.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DEPURADA

Las características de calidad del vertido vienen reguladas en todo momento en la legislación vigente citada anteriormente (Directiva del Consejo de las Comunidades Europea sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE) y su transposición a la normativa española en RD 11/1.995 de 28 del Diciembre. RD 509/1.996 de 15 de Marzo. RD 2116/1.998 de 2 de Octubre.

En base a esta reglamentación, para fijar las características de vertido, habrá que considerar:

- La estimación de la zona como sensible (Artículo 5) o menos sensible (Artículo 6).
- La ubicación de la E.D.A.R. en zona de alta montaña (más de 1.500 m. sobre el nivel del mar), en la que resulte difícil la aplicación de un tratamiento biológico eficaz, debido a las bajas temperaturas, o no (Artículo 4).
- La necesidad de que, antes de ser vertidas en zonas sensibles, las aguas residuales urbanas sean objeto de un tratamiento más riguroso que el secundario, lo que implicaría, en la mayoría de los casos, la reducción de nutrientes (Artículo 5).

Teniendo en cuenta el Anejo 1 de dicha Directiva, para el caso en que no sea necesario un tratamiento superior al secundario, y no se trate de zonas de alta montaña, se pueden considerar los siguientes valores mínimos que ha de cumplir el agua depurada:

CONTAMINANTE	VALOR LÍMITE	PORCENTAJE MÍNIMO DE REDUCCIÓN (1)
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5 a 20°C) (2)	25 mg/l O ₂	70-90
		40 (3)
Demanda química de oxígeno (DQO)	125 mg/l O ₂	75
Sólidos en suspensión (SS)	35 mg/l (4)	35 mg/litro
	60 mg/l (3)	90
pH	6-8	70 (3)
Contaminación bacteriológica E.coli	1.000/100 ml Cuando esté prevista desinfección	1.000/100 ml Cuando esté prevista desinfección

Resumen sobre requisitos para vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas. Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de reducción.

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

(2) Este parámetro se puede sustituir por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), en el caso en que se pueda establecer una correlación entre la DBO5 y el parámetro sustituido.

(3) Se refiere a las regiones consideradas de alta montaña contemplada en el apartado 3 del artículo 5 del Real Decreto-ley 11/95, de 28 de diciembre (de 2.000 a 10.000 h-e).

CONTAMINANTE	VALOR LÍMITE	PORCENTAJE MÍNIMO DE REDUCCIÓN (1)
Fósforo total	2 mg/l P (de 10.000 a 100.000 h-e)	80
	1 mg/l P (más de 100.000 h-e)	
Nitrógeno total (2)	15 mg/l N (de 10.000 a 100.000 h-e)	70-80
	10 mg/l N (más de 100.000 h-e)	

Resumen cuadro sobre requisitos para vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas en zonas sensibles de aguas eutróficas o que tengan tendencia a serlo en un futuro próximo. Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de reducción.

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

(2) Nitrógeno total equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (N orgánico + NH₃), nitrógeno en forma de nitrato (NO₃-) y nitrógeno en forma de nitrito (NO₂-).

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL FANGO

La correcta y adecuada disposición final del fango, debe constituir una preocupación básica.

- Sequedad (% en peso de sólidos secos)

Es función del tipo de fango y de su destino final, viene impuesta por la facilidad de manejo. Existen condicionantes económicos y técnicos que la limitan. A título orientativo, se pueden considerar las siguientes cifras:

Secado en eras	> 30 %
Secado por centrifugas	20-28%
Secado por filtros banda	20-30%
Secado por filtros prensa	38-50%

- Estabilidad (% de reducción en peso de sólidos volátiles): Debe exigirse, como mínimo, una reducción del 40%

5. EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES. SISTEMAS

Las aguas residuales producidas en la vida diaria deben ser transportadas y tratadas adecuadamente. Se necesita una infraestructura compuesta de alcantarillas y colectores, y de unas instalaciones denominadas **Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDAR)** que, en un conjunto, posibiliten la devolución del agua al medio ambiente en condiciones compatibles con él.

La depuración de las aguas residuales persigue una serie de objetivos:

- Reducir al máximo la contaminación.
- Proteger el medio ambiente.
- Mantener la calidad de vida de los individuos.
- Ahorrar energía.
- Aprovechar los residuos obtenidos.

Para depurar el agua generalmente es preciso combinar varios tratamientos elementales cuyas bases pueden ser físicas, químicas o biológicas, y cuyo efecto es eliminar en primer lugar las materias en suspensión, a continuación las sustancias coloidales, y después las sustancias disueltas (minerales u orgánicas). Por último deben corregirse ciertas características (ph, nivel de cloro, etc.) para que el agua resultante sea asimilable por la naturaleza.

Generalmente las instalaciones de tratamiento biológico de aguas residuales, tanto urbanas como industriales, suelen estar formadas por una sucesión de procesos físico-químicos y biológicos complementarios entre sí que permiten realizar una depuración integral en las mejores condiciones técnicas y económicas posibles. Estos procesos están encaminados a:

- Eliminación de residuos: aceites, grasas, flotantes o arenas y evacuación a punto de destino final adecuado.
- Eliminación de materias decantables orgánicos y/o inorgánicos.
- Eliminación de compuestos amoniacales y que contengan fósforo.
- Transformar los residuos retenidos en fangos estables y que éstos sean correctamente dispuestos.

En una instalación de depuración convencional, conforme llegan las aguas residuales a una planta de tratamiento, generalmente el proceso de línea de agua comienza por un tratamiento previo de desbaste, desarenado y desengrasado, seguido por el tratamiento primario de decantación. A continuación se realiza el tratamiento secundario, de tipo biológico, por fangos activados en balsas de aireación en las que se inyecta aire por medio de turbinas o soplantes. Este proceso es seguido por una posterior decantación secundaria y, en caso necesario, ser complementado con un proceso de cloración con el que termina la regeneración del agua residual.

En la línea de fangos se extrae el lodo generado en los decantadores primarios y secundarios, el cual es espesado y, en caso necesario, sometido a un proceso biológico de digestión anaerobia para volverlo inerte. A continuación pasa por un proceso de acondicionamiento químico con reactivos y se procede a su secado mecánico. El fango, ya acondicionado y seco, queda preparado para su retirada y posterior compostaje, que permitirá su utilización como abono agrícola.

En caso de existir digestión de fangos, durante este proceso se produce un gas biológico rico en metano que puede ser aprovechado para alimentar motogeneradores y producir energía eléctrica.

Para analizar la situación de la depuración de aguas residuales, conocidas las necesidades y los objetivos a cubrir, es necesario conocer los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales que existen, con el fin de poder elegir en cada caso la alternativa que mejor se adapte a esas necesidades. Los diferentes sistemas usados en el tratamiento de las aguas residuales, se pueden clasificar según los criterios siguientes:

5.1 SEGÚN EL COSTE DE EXPLOTACIÓN, GRADO DE COMPLEJIDAD Y TECNOLOGÍA EMPLEADA.

En esta clasificación no se tienen en cuenta ni el tipo de proceso unitario ni las fases que integran un proceso de depuración, por el contrario, se realiza una ordenación de los diferentes sistemas en dos grupos según las necesidades de explotación y mantenimiento que requieren.

- a) **Tratamientos blandos o extensivos:** Se emplean en algunas poblaciones pequeñas y alejadas de redes de saneamiento. La base de estos sistemas es la reproducción de los fenómenos de depuración naturales con vistas a una mayor facilidad de manejo y, por lo tanto, a lograr unos menores costes de mantenimiento.

Sus características básicas son:

VENTAJAS

- el equipamiento es sencillo
- tienen bajos costes energéticos
- facilidad de operación y mantenimiento
- no necesitan de personal especializado
- son procesos de gran inercia
- buena integración en el medio rural
- rendimientos en descontaminación buenos-aceptables y son muy adecuados en reutilización agrícola

INCONVENIENTES

- limitación del caudal que pueden tratar
- limitación de los niveles de contaminación a tratar.
- tienen grandes requerimientos de superficie.
- requieren grandes tiempos de respuesta.

Dentro de estos sistemas podemos destacar: Lagunaje, lagunas de macrofitas, aplicación al suelo y filtros verdes, lechos de turba, lechos bacterianos y contactores biológicos rotativos (biodiscos y biocilindros).

- b) **Convencionales.** Se emplean en núcleos de población importantes.

Sus características básicas son:

VENTAJAS

- Obtiene buenos resultados en depuración

- Se adaptan media-baja a reutilización.
- Tienen bajos requerimientos de espacio

INCONVENIENTES

- Utilizan tecnologías que consumen energía eléctrica de forma considerable
- Necesitan de control preciso.
- Son procesos de poca inercia, por lo que cualquier problema se manifiesta de forma inmediata en los resultados.
- Requieren mano de obra especializada,
- Tienen altos coste de explotación,
- Baja integración en el medio rural

En éste grupo pueden citarse: procesos físico-químicos y fangos activos incluyendo el tratamiento convencional de fangos.

5.2 SEGÚN EL MEDIO DE ELIMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES

Los contaminantes del agua residual se pueden eliminar por medios físicos, químicos y biológicos. Normalmente un sistema de tratamiento (o fase del proceso) es una combinación de los mismos. A efectos de clasificación se considera el efecto predominante.

- a) **Procesos físicos.** Son los métodos de tratamiento en los que predominan los fenómenos físicos (aplicación de fuerzas gravitatorias, centrifugas, retención física, etc.). En este grupo se pueden incluir:
- Retención (pej. desbaste)
 - Sedimentación (pej. desarenado).
 - Flotación.- Natural o provocada con aire. (pej. desengrasado)
 - Filtración.- Con arena, carbón, cerámicas, etc.
 - Evaporación.
 - Adsorción.- Con carbón activo, zeolitas, etc.
- b) **Procesos químicos.** Son los métodos de tratamiento en los que la eliminación de contaminantes es provocada por la adición de productos químicos o por otras reacciones químicas. Entre estos podemos incluir:
- Coagulación-floculación.- Agregación de pequeñas partículas usando coagulantes y floculantes (sales de hierro, aluminio, polielectrolitos, etc.)
 - Precipitación química.- Eliminación de metales pesados haciéndolos insolubles con la adición de lechada de cal, hidróxido sódico u otros que suben el pH.
 - Oxidación-reducción.- Con oxidantes como el peróxido de hidrógeno, ozono, cloro, permanganato potásico o reductores como el sulfito sódico.
 - Reducción electrolítica.- Provocando la deposición en el electrodo del contaminante. Se usa para recuperar elementos valiosos.
 - Intercambio iónico.- Con resinas que intercambian iones. Se usa para quitar dureza al agua.

- Desinfección (cloro, ozono)
- c) **Procesos biológicos.** Son los métodos de tratamiento en los cuales se consigue la eliminación de contaminantes mediante el empleo de microorganismos. Aplican las leyes naturales de autodepuración de los cauces receptores, bajo condiciones controladas. El tratamiento biológico se usa esencialmente para eliminar las sustancias orgánicas biodegradables (coloidales o disueltas) presentes en el agua residual. Básicamente, estas sustancias se transforman en gases que pueden escapar a la atmósfera y en tejido celular biológico que puede posteriormente eliminarse por sedimentación. Entre ellos citamos:
 - Lodos activos.- Se añade agua con microorganismos a las aguas residuales en condiciones aerobias (burbujeo de aire o agitación de las aguas).
 - Filtros bacterianos o percoladores.- Los microorganismos están fijos en un soporte sobre el que fluyen las aguas a depurar. Se introduce oxígeno suficiente para asegurar que el proceso es aerobio.
 - Biodiscos.- Intermedio entre los dos anteriores. Grandes discos dentro de una mezcla de agua residual con microorganismos facilitan la fijación y el trabajo de los microorganismos.
 - Lagunas aireadas.- Se realiza el proceso biológico en lagunas de grandes extensiones.
 - Degradación anaerobia.- Procesos con microorganismos que no necesitan oxígeno para su metabolismo

5.3 SEGÚN LA FASE DE DEPURACIÓN.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales podemos clasificarlos en función de los rendimientos alcanzados en el proceso de depuración o según la fase de depuración en la que se sitúan. Esta clasificación es quizás la más utilizada, aunque como en el caso anterior, no siempre es posible encuadrar un tratamiento dentro de una fase concreta, o la fase de depuración se adopta por extensión para denominar el proceso completo.

- a) **Pretratamiento:** Es un proceso en el que usando rejillas y cribas se separan restos voluminosos como palos, telas, plásticos, etc.
- b) **Tratamiento primario.** En esta fase se eliminan fundamentalmente los sólidos en suspensión y algo de materia orgánica por impregnación. Hace sedimentar los materiales suspendidos usando tratamientos físicos o físico-químicos. En algunos casos dejando, simplemente, las aguas residuales un tiempo en grandes tanques o, en el caso de los tratamientos primarios mejorados, añadiendo al agua contenida en estos grandes tanques, sustancias químicas quelantes (hacen más rápida y eficaz la sedimentación). Las operaciones que puede incluir son: desbaste de sólidos, desarenador, desengrasador, decantación primaria y lagunaje anaerobio.

El pretratamiento y el tratamiento primario son comunes a todos los sistemas de depuración, sólo varía en los niveles de automatización que incorpora. Su utilidad en cabeza de las instalaciones de depuración, está demostrada al eliminar elementos presentes en estas aguas, que de entrar en el proceso, podrían comprometer gravemente su funcionamiento (sólidos flotantes, arenas, grasas, aceites, etc.).

- c) **Tratamiento secundario.** Tras el tratamiento primario, el tratamiento secundario de las aguas residuales está principalmente encaminado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables. **Puede incluir procesos biológicos y químicos, aunque el proceso secundario más habitual es un proceso biológico en el que se facilita que bacterias aerobias digieran la materia orgánica que llevan las aguas.**

Pueden citarse los siguientes: fangos activos, lagunaje facultativo, lagunas aireadas, lechos de turba y biodiscos. Todos ellos constituyen ejemplos de tratamiento secundario del agua residual, aunque, por extensión, dan nombre a sistemas de tratamiento completos.

- d) **Tratamiento terciario.** De naturaleza biológica o físico-química, reúne un conjunto de instalaciones de tratamiento, que normalmente, complementan al tratamiento secundario. Con el terciario se pretende la eliminación de contaminantes específicos y de todos aquellos contaminantes no retenidos en los tratamientos anteriores, fundamentalmente los contaminantes en forma de sólidos disueltos. Se incluyen: procesos de eliminación de fósforos, microfiltración y ultrafiltración, ozonización, radiación ultravioleta, filtros verdes y sistemas de aplicación al suelo en general. Destaca dentro de este grupo, la desinfección, que elimina los gérmenes patógenos del agua (bacterias, virus,...).

5.4 SEGÚN EL TIPO DE CONTAMINANTE A ELIMINAR.

En los cuadros siguientes se resumen los diferentes sistemas usados para eliminar los contaminantes más importantes de las aguas residuales y la eficacia de diferentes procesos en la reducción de algunos de los parámetros más significativos.

Sistemas de tratamiento usados para eliminar la mayoría de los contaminantes presentes en el agua residual:

CONTAMINANTES	SISTEMA DE TRATAMIENTO
Sólidos en suspensión	Sedimentación Desbaste Filtración Flotación Adición de polímeros o reactivos químicos Coagulación-sedimentación Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Materia Orgánica biodegradable (DBO)	Fangos activados Película fija: Filtros percoladores Película fija: discos biológicos Variaciones del lagunaje Filtración intermitente en arena Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno Sistemas físico-químicos
Patógenos	Cloración Hipocloración Ozonización Desinfección ultravioleta
Nitrógeno	Variaciones de sistemas de cultivo suspendido (nitrificación-desnitrificación) Variaciones de sistemas de película fija (nitrificación-denitrificación) Arrastre de amoníaco (stripping) Intercambio de iones Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Fósforo	Adición de sales metálicas Coagulación y sedimentación con sal Eliminación biológica de fósforo Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno

CONTAMINANTES	SISTEMA DE TRATAMIENTO
Materia orgánica refractaria	Absorción en carbón Ozonización terciaria Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Metales pesados	Precipitación química Intercambio de iones
Sólidos inorgánicos disueltos	Intercambio de iones Osmosis inversa Electrodialisis

En general, el parámetro más relevante para medir la eficacia de un proceso de tratamiento se expresa en términos de tanto por ciento de disminución de la **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**, una medida de la cantidad de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos para la oxidación de materia orgánica e inorgánica. Cuanto mayor es el nivel de materiales oxidables orgánicos e inorgánicos, más elevada es la DBO y peor es la calidad del agua. Una planta de tratamiento de aguas residuales que funcione bien, puede eliminar el 95% o más de la DBO inicial.

Intervalos de reducción de DBO₅, SS y coliformes tras la adopción de diferentes procesos de depuración:

TRATAMIENTO	% REDUCCIÓN		
	DBO ₅	SS	coliformes
Sólo cloración	15-30	-	90-95
Tratamiento previo	15-30	15-30	10-25
Decantación primaria	25-40	50-70	25-75
Efluente 1º + cloración	-	-	99
Fosas sépticas - tanques Imhoff	17-60	37-85	10-90
Físico - químico (fluoración)	70-80	80-90	80-90
Fangos activos (aireación prolongada)	75-95	83-99	90
Fangos activos (convencional)	75-95	85-92	90-98
Lechos bacterianos	60-95	70-92	80-95
Efluente 2º + cloración	-	-	98-99
Lagunas aerobias	80-95	70-90	99-99,99
Lagunas facultativas	80-95	50-90	99-99,99
Lagunas anaerobias	50-86	60-80	99-99,99
Lechos de turba	60-85	85-90	99,5
Biodiscos	70-97	75-97	85
Filtro verde (irrigación)	90-99	95-98	95-98
Filtro verde (esorrentía)	92-96	95	99,5
Infiltración - percolación	80-99	95	95

Fuente: [Metcalf-Eddy, 1996], [Deg, 2001]

6. LÍNEAS DE TRATAMIENTO DE UNA E.D.A.R.

Los procesos de una EDAR comprenden 3 tipos de líneas hidráulicas principales:

- **Línea de aguas:** Pretratamiento, Tratamiento primario, secundario y terciario.
- **Línea de fangos:** Espesamiento, Digestión, Acondicionamiento, Secado y Eliminación.
- **Línea de gas:** Producción de metano.

6.1 LÍNEA DE AGUAS

6.1.1. PRETRATAMIENTO

En toda EDAR resulta necesaria la existencia de un tratamiento previo o pretratamiento que elimine del agua residual aquellas materias que pueden obstruir las bombas y canalizaciones, o bien interferir en el desarrollo de los procesos posteriores.

Con el pretratamiento se elimina la parte de polución más visible: cuerpos voluminosos, trapos, palos, hojas, arenas, grasas y materiales similares, que llegan flotando o en suspensión desde los colectores de entrada.

Una línea de pretratamiento convencional consta de las etapas de:

- Desbaste
- Desarenado
- Desengrasado.

El **desbaste** se lleva a cabo mediante rejillas formadas por barras verticales o inclinadas, que interceptan el flujo de la corriente de agua residual en un canal de entrada a la estación depuradora. Su misión es retener y separar los sólidos más voluminosos, a fin de evitar las obstrucciones en los equipos mecánicos de la planta y facilitar la eficacia de los tratamientos posteriores. Estas rejillas pueden ser de dos tipos: entre 50 y 150 mm de separación de los barros (desbaste grueso) y entre 10 y 20 mm (desbaste fino). Estas rejillas disponen de un sistema de limpieza que separa las materias retenidas.

Las instalaciones de **desarenado** se sitúan en las EDAR después del desbaste y tienen como objetivo el extraer del agua bruta las partículas minerales de tamaño superior a uno fijado en el diseño, generalmente 200 micras. El funcionamiento técnico del desarenado reside en hacer circular el agua en una cámara de forma que la velocidad quede controlada para permitir el depósito de arena en el fondo. Normalmente, esta arena sedimentada queda desprovista casi en su totalidad de materia orgánica y es evacuada, mediante bombas, al clasificador de arenas y, posteriormente, a un contenedor.

La fase de **desengrasado** tiene por objeto eliminar las grasas, aceites y en general los flotantes, antes de pasar el agua a las fases posteriores del tratamiento. El procedimiento utilizado para esta operación es el de inyectar aire a fin de provocar la desemeulsión de las grasas y su ascenso a la superficie, de donde se extraen por algún dispositivo de recogida superficial, normalmente rasquetas, para acabar en contenedores.

En muchas EDAR, las fases de desarenado y desengrasado se verifican en la misma cámara, en una instalación combinada.

Otros elementos del pretratamiento son el aliviadero y el medidor de caudal. El primero permite que la planta funcione siempre según el caudal del proyecto y, conjuntamente con el medidor del caudal, permite controlar la cantidad de agua que entra en la planta.

6.1.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

Se entiende por tratamiento primario a aquel proceso o conjunto de procesos que tienen como misión la separación por medios físicos de las partículas en suspensión no retenidas en el pretratamiento.

El proceso principal del tratamiento primario es la decantación, fenómeno provocado por la fuerza de gravedad que hace que las partículas suspendidas más pesadas que el agua se separen sedimentándose. Normalmente, en decantadores denominados dinámicos, los fangos son arrastrados periódicamente hasta unas purgas mediante unos puentes móviles con unas rasquetas que recorren el fondo. En los denominados decantadores circulares, el agua entra por el centro y sale por la periferia, mientras que los fangos son arrastrados hacia un pozo de bombeo de donde son eliminados por purgas periódicas.

Otros procesos de tratamiento primario incluyen el mecanismo de flotación con aire, en donde se eliminan sólidos en suspensión con una densidad próxima a la del agua, así como aceites y grasas, produciendo unas burbujas de aire muy finas que arrastran las partículas a la superficie para su posterior eliminación.

El tratamiento primario permite eliminar en un agua residual urbana aproximadamente el 90% de las materias decantables y el 65% de las materias en suspensión. Se consigue también una disminución de la DBO de alrededor del 35%.

6.1.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

El tratamiento secundario de las aguas residuales está principalmente encaminado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables una vez superadas las fases de pretratamiento y tratamiento primario.

En función del medio en el que se desarrolle el proceso biológico, el tratamiento puede clasificarse en:

- **Procesos aerobios:** Son procesos que se realizan mediante microorganismos, que actúan sobre la materia orgánica (MO) e inorgánica, suspendida, disuelta y coloidal existente en el agua residual, que **en presencia de oxígeno**, la transforman en gases y materia celular, que se puede separar fácilmente mediante sedimentación.
- **Procesos anóxicos**
- **Procesos anaerobios**
- **Procesos aerobios-anaerobios**

A continuación se incluye una clasificación resumida de estos tratamientos:

PROCESOS AEROBIOS	CULTIVO EN SUSPENSIÓN	FANGOS ACTIVADOS	CONVENCIONAL	FLUJO PISTÓN
				MEZCLA COMPLETA
				ALIMENTACIÓN ESCALONADA
			CONTACTO-ESTABILIZACIÓN	
			AIREACIÓN PROLONGADA	
			CANALES DE OXIDACIÓN	
			DOBLE ETAPA	
			OXÍGENO PURO	
		NITRIFICACIÓN		
		LAGUNAS AEROBIAS	AIREADAS	
	SIN AIREAR			
	ESTABILIZACIÓN AEROBIA DE FANGOS			
	CULTIVOS FIJOS	LECHOS BACTERIANOS	ALTA CARGA	
			BAJA CARGA	
		SISTEMAS BIOLÓGICOS ROTATIVOS (SBR,BIODISCOS)		
		REACTORES DE LECHO COMPACTO		
CULTIVOS MIXTOS (SOPORTES EN SUSPENSIÓN)	REACTORES DE LECHO MOVIL			
PROCESOS ANÓXICOS	DESNITRIFICACIÓN CON CULTIVO EN SUSPENSIÓN			
	DESNITRIFICACIÓN CON CULTIVO FIJO			
	DESNITRIFICACIÓN CON CULTIVO MIXTO			
PROCESOS ANAEROBIOS	CULTIVO EN SUSPENSIÓN		DIGESTIÓN ANAEROBIA	
	CULTIVO FIJO	LAGUNAS AEROBIAS		
		FILTROS ANAEROBIOS		
PROCESOS AEROBIOS-ANAEROBIOS	NITRIFICACIÓN -DESNITRIFICACIÓN			
	LAGUNAS FACULTATIVAS			
	LAGUNAS DE MADURACIÓN			
	LAGUNAS ANAEROBIAS FACULTATIVAS			

El tratamiento secundario más comúnmente empleado para las aguas residuales urbanas consiste en un **proceso biológico aerobio** (en presencia de oxígeno) seguido por una decantación, denominada secundaria.

Este proceso se suele hacer llevando el efluente que sale del tratamiento primario a tanques en los que se mezcla con agua cargada de lodos activos (microorganismos). Estos tanques tienen sistemas de burbujeo o agitación que garantizan condiciones aerobias para el crecimiento de los microorganismos. Posteriormente se conduce este líquido a tanques cilíndricos, con sección en forma de tronco de cono, en los que se realiza la decantación de los lodos. Separados los lodos, el agua que sale contiene muchas menos impurezas.

El proceso biológico puede llevarse a cabo por distintos procedimientos. Los más usuales son el proceso denominado **fangos activos** y el denominado de **lechos bacterianos o percoladores**. Existen otros procesos de depuración aerobia de aguas residuales empleados principalmente en pequeñas poblaciones: **sistema de lagunaje, filtros verdes, lechos de turba o contactores biológicos rotativos**. Son las llamadas tecnologías blandas, pero nosotros nos vamos a centrar en los dos primeros.

A menudo, en el tratamiento secundario también se incorpora la eliminación de nutrientes. Los principales nutrientes son el **nitrógeno** y el **fósforo**, y su eliminación puede llevarse a término por procesos físicos, químicos o ambos. Por citar algún ejemplo se pueden añadir sales metálicas en los tanques de aireación para provocar la precipitación del fósforo en el proceso de decantación final.

Además de la eliminación de nutrientes, el tratamiento secundario también puede incluir un tratamiento avanzado para eliminar constituyentes que merecen una atención especial. Algunas de las operaciones unitarias que conforman estos tratamientos avanzados son la coagulación química, floculación y sedimentación seguida de filtración y carbono activo.

➤ **Fangos activos**

Consiste en un proceso continuo en el que el agua residual se estabiliza biológicamente en tanques o **balsas de activación**, en las que se mantienen condiciones aerobias. El efluente de los decantadores primarios pasa a estas balsas de fangos activos que necesitan un aporte de oxígeno para la acción metabólica de los microorganismos que más tarde describiremos. Este aporte se efectúa mediante turbinas o bien a través de difusores dispuestos en el interior de la balsa. En este último caso, el suministro del aire se realiza mediante turbocompresores.

El sistema consiste en desarrollar un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculo alimentado con el agua a depurar. La agitación evita sedimentos y homogeniza la mezcla de los flóculos bacterianos y el agua residual (**licor de mezcla**). Después de un tiempo de contacto suficiente, 5-10 horas, el licor de mezcla se envía a un clarificador (**decantador secundario**) destinado a separar el agua depurada de los fangos. Un porcentaje de estos últimos se recirculan al depósito de aireación para mantener en el mismo una concentración suficiente de biomasa activa. Se tiene que garantizar los nutrientes necesarios para que el sistema funcione correctamente. Estos son principalmente el nitrógeno y el fósforo.

Una vez que los influentes han pasado por estos tanques de aireación y digestión bacteriana, los efluentes pasan por los **decantadores secundarios**. Estos decantadores constituyen el último escalón en la consecución de un efluente bien clarificado, estable, de bajo contenido en DBO y sólidos en suspensión (menos del 10 % en comparación con el influente).

Aunque el tratamiento biológico reduce la DBO del agua efluente un 75-90%, la del fango se reduce en mucha menor medida, por lo que suele ser necesario el posterior tratamiento de dichos fangos.

Para que se verifique el proceso, debe haber un equilibrio entre los microorganismos que se mantienen en el reactor y el alimento contenido en el agua residual, por lo que es necesario regular el caudal de fangos que se introduce en la balsa de activación en función de la cantidad de alimento que entra con el agua residual.

El mecanismo general del sistema de fangos activos viene representado por la siguiente reacción biológica:

Materia Orgánica + Microorganismos + O₂ ⇒ CO₂ + H₂O + NH₃/NH₄ + Microorganismos + Energía

La biodegradación (oxidación de la materia orgánica disuelta en el agua) la llevan a cabo los microorganismos presentes en la balsa de activación que forman el flóculo.

➤ **Lechos bacterianos**

Son tanques circulares rellenos de piedras o materiales sintéticos formando un filtro con un gran volumen de huecos, destinado a degradar biológicamente la materia orgánica del agua residual.

El agua a tratar se rocía sobre el lecho filtrante, mediante un brazo giratorio, provisto de surtidores, y da lugar a la formación de una película que recubre los materiales filtrantes y que está formada por bacterias, protozoos y hongos alimentados por la materia orgánica del agua residual. Al fluir el agua residual sobre la película, la materia orgánica y el oxígeno disuelto son extraídos de ésta. El oxígeno disuelto en el líquido se aporta por la absorción del aire que se encuentra entre los huecos del lecho. El material del lecho debe tener una gran superficie específica y una elevada porosidad, y suelen emplearse piedras calizas, gravas, escorias o bien materiales plásticos artificiales de diversas formas. Este sistema de depuración se suele emplear en pequeñas poblaciones y tiene la ventaja con respecto a los fangos activos que no necesita aporte alguno de energía.

6.1.4. TRATAMIENTO TERCIARIO

Consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Es un tipo de tratamiento más caro que los anteriores y se usa en casos más especiales: para purificar desechos de algunas industrias, especialmente en los países más desarrollados, o en las zonas con escasez de agua que necesitan purificarla para volverla a usar como potable, en las zonas declaradas sensibles (con peligro de eutrofización) en las que los vertidos deben ser bajos en nitrógeno y fósforo, etc

Este tratamiento consiste en un proceso físico-químico que utiliza la precipitación, la filtración y/o la cloración para reducir drásticamente los niveles de nutrientes inorgánicos, especialmente los fosfatos y nitratos del efluente final. El agua residual que recibe un tratamiento terciario adecuado no permite un desarrollo microbiano considerable. Algunos de estos tratamientos son los siguientes:

- **Adsorción:** Propiedad de algunos materiales de fijar en su superficie moléculas orgánicas extraídas de la fase líquida en la que se encuentran.
- **Cambio iónico:** Consiste en la sustitución de uno o varios iones presentes en el agua a tratar por otros que forman parte de una fase sólida finamente dividida (cambiador), sin alterar su estructura física. Suelen utilizarse resinas y existen cambiadores de cationes y de aniones. Debido a su alto precio, el proceso de intercambio iónico se utiliza únicamente en aquellos casos en los que la eliminación del contaminante venga impuesta por su toxicidad o que se recupere un producto de alto valor (eliminación de isótopos radiactivos, descontaminación de aguas con mercurio, eliminación de cromatos y cianuros, recuperación de oro, etc.).
- **Procesos de separación por membranas:** tanto mediante membranas semipermeables (procesos de ultrafiltración y ósmosis inversa) como mediante membranas de electrodiálisis.

De todas formas, en la mayoría de los casos el tratamiento terciario de aguas residuales urbanas queda limitado a una desinfección para eliminar patógenos, normalmente mediante la adición de cloro gas, en las grandes instalaciones, e hipoclorito, en las de menor tamaño. La cloración sólo se utiliza si hay peligro de infección. Cada vez más se está utilizando la desinfección con ultravioleta u ozono que evita la formación de organoclorados que pueden ser cancerígenos.

Una vez tratados estos efluentes, con proceso terciario o sin él, es vertido al cauce fluvial. Se considera bien depurado, o regenerado, aquel efluente que no tiene más de 20-30 mg/l (p.p.m.) DBO5 y alrededor de la misma cantidad de sólidos en suspensión.

6.2 LÍNEA DE FANGOS

Todos los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales producen, en mayor o menor grado, alguna forma de fango. Los fangos están compuestos básicamente de agua y contienen un bajo porcentaje de materia sólida (entre 1-5% de sólidos). El objetivo principal del tratamiento de fangos es reducir el volumen del fango a manipular y aumentar su estabilidad biológica, para producir un material suficientemente concentrado e inofensivo.

Convencionalmente, los fangos de depuración se producen por sedimentación en los decantadores de los distintos procesos de tratamiento.

- Fangos del decantador primario: Por un lado, las partículas sólidas más gruesas se depositan en el fondo del decantador primario y forman los **fangos primarios**.
- Fangos del decantador secundario: Las partículas más finas y disueltas se fijan y metabolizan por las bacterias que se multiplican en presencia de oxígeno durante la operación de aireación. Esta biomasa bacteriana se separa en el decantador secundario para producir los **fangos secundarios**. Una parte de esta biomasa se recircula al depósito de aireación, la otra se extrae constituyendo los fangos biológicos en exceso.

Ambos tipos de fangos se pueden mezclar formando los **fangos mixtos**.

Los procedimientos para tratar el fango variarán según tres factores:

- El tipo de aguas residuales de las que provienen (composición).
- El proceso utilizado para tratar las aguas residuales
- Destino que se le asigne al fango.
- Disponibilidades económicas.
- Disponibilidad de espacio, etc.

Teniendo en cuenta estos factores, las fases más usuales en un proceso de tratamiento y evacuación de fangos son:

- Concentración o espesamiento
- Estabilización de fangos (Digestión)
- Acondicionamiento
- Secado
- Incineración y/o eliminación.

6.2.1. ESPESAMIENTO

La misión del espesamiento de los fangos es concentrarlos para hacerlos más densos, reduciendo el volumen global para facilitar el manejo de los mismos y abaratar los costes de las instalaciones posteriores. Existen varios tratamientos posibles:

a) Concentrador gravitatorio: Consiste en un depósito cilíndrico terminado en forma cónica. Normalmente, el fango que llega a estos espesadores es de tipo mixto. Suelen tener un cono de descarga de gran pendiente que favorece asentamiento por gravedad del fango en el fondo del depósito. La concentración que cabe espesadores es de hasta un 5-10 %.

b) Flotación: Es una alternativa al espesamiento propiamente dicho. Consiste en inyectar aire a presión al fango a tratar formando un manto en la superficie que, mediante una rasqueta superficial, es barrido hacia una arqueta. Este tipo de espesamiento se utiliza para fangos muy ligeros con gran cantidad de bacterias filamentosas.

c) Centrifugación: Se utiliza tanto para concentración como para deshidratación.

6.2.2. ESTABILIZACIÓN DE FANGOS (DIGESTIÓN)

Su finalidad es la de obtener una materia orgánica más estable, reducir el volumen de los malos olores y su toxicidad. El proceso de digestión de fangos puede llevarse a cabo por vía anaerobia (la principal) o por vía aerobia. Ambas soluciones tienen sus ventajas e inconvenientes, si bien puede decirse que en instalaciones importantes resulta más conveniente la primera, reservándose la vía aerobia para estaciones de menor importancia.

a) Digestión anaerobia

La digestión anaerobia consiste en una serie de procesos microbiológicos que convierte la materia orgánica en metano en ausencia de oxígeno. La producción de metano es un fenómeno relativamente común en la naturaleza, ya que puede formarse desde en glaciares hasta en el sistema digestivo de rumiantes. Este proceso, a contrario de la digestión aerobia, es producido casi únicamente por bacterias.

El proceso se lleva a cabo en unos depósitos cerrados (de hasta 30 m de diámetro y casi 20 de altura) denominados digestores, que permiten la realización de las reacciones correspondientes y la decantación de los fangos digeridos en su parte baja de forma cónica. En el proceso se produce un gas, denominado gas biológico (mezcla de metano y CO₂ principalmente) que se evacua del recinto. El fango introducido en el digestor se agita, con el fin de mantener una homogeneidad, mediante un sistema mecánico, o bien por medio de la difusión del propio gas de la mezcla. Para facilitar el proceso de digestión y reducir su duración, los fangos se calientan a temperaturas de alrededor de 30-37°, siendo conveniente que este calor se aporte utilizando como combustible el propio gas de la digestión.

La digestión anaerobia puede hacerse en una o dos etapas. Generalmente, el hacerlo en dos etapas (digestores primarios y secundarios) produce mejores resultados. En los primarios, el fango se mezcla constantemente con el propio gas producido para favorecer la digestión, mientras que en el secundario simplemente se deja sedimentar el fango antes de extraerlo. El proceso completo dura aproximadamente 30 días (20 en los digestores primarios y 10 en el secundario).

Las ventajas y desventajas de la digestión anaerobia con respecto a la digestión aerobia son las siguientes:

Ventajas:

El aceptor final de electrones suele ser CO₂, por lo que no hace falta la constante adición de oxígeno, abaratando el proceso.

Produce menor cantidad final de lodos, pues el desarrollo de estas bacterias es más lento y la mayor parte de la energía se deriva hacia la producción del producto final, **metano**. Solo un 5% del carbono orgánico se convierte en biomasa, en contraste con hasta el 50% de las condiciones aerobias.

- El metano tiene un valor calorífico de aproximadamente 9000 kcal/m^3 y se puede utilizar para producir calor para la digestión o como fuente de energía eléctrica mediante motogeneradores.
- La energía requerida para el tratamiento de las aguas residuales es muy baja.
- Se puede adaptar a cualquier tipo de residuo industrial.
- Se pueden cargar los digestores con grandes cantidades de materia.

Desventajas

- Es un proceso más lento que el aerobio.
- Es más sensible a tóxicos inhibidores.
- La puesta a punto del sistema requiere también largos periodos.
- En muchos casos, se requiere mayor cantidad de producto a degradar para el buen funcionamiento.

b) Digestión aerobia

Es otro procedimiento alternativo de digestión de fangos que, como se ha indicado, suele aplicarse solamente en pequeñas instalaciones. Consiste en estabilizar el fango por aireación, destruyendo así los sólidos volátiles. El tiempo de aireación suele oscilar entre 10 y 20 días, según la temperatura.

6.2.3. ACONDICIONAMIENTO DE LOS FANGOS

Los fangos urbanos y muchos industriales tienen una estructura coloidal que los hace poco filtrables a la hora del secado posterior a la digestión, por lo que el sistema de filtración consigue un bajo rendimiento. El tratamiento de fangos para aumentar la susceptibilidad a la concentración se conoce como acondicionamiento de fangos. Se añade a los fangos reactivos flocculantes que rompen la estructura coloidal y les confiere otra de carácter granular de mayor filtrabilidad. Se puede mejorar la capacidad de asentamiento de los fangos mediante la adición de tierra, sales de hierro (Cl_3Fe), sales de aluminio, cal (CaO), iones inorgánicos polivalentes como el Fe^{3+} o el Al^{3+} , y/o polielectrolitos.

6.2.4. SECADO

Consiste en extraer la suficiente cantidad de agua al fango de manera que adquiera características casi sólidas para hacerlo manejable y transportable. El sistema depende de la cantidad de fango y del terreno disponible. Los sistemas utilizados son:

a) Eras de secado

Fue el primer sistema utilizado por su simplicidad y bajo costo. El procedimiento consiste en la disposición de los fangos a secar sobre una superficie al aire libre dotada de un buen drenaje. La altura de la capa extendida varía según las características del fango. Para fangos urbanos digeridos se disponen capas de 20 a 30 cm. La superficie de las Eras varía en función del clima de la zona. La “torta” de fangos se suele secar cuando la humedad de la misma desciende por debajo

del 40%. Un puente rascador que se mueve sobre unos carriles pueden emplearse en la extracción de la torta de fango.

b) filtros de banda, filtros prensa y/o centrifugación.

Se utiliza en el caso de EDAR de grandes poblaciones y con problemas de grandes espacios. En estos casos, la torta producida suele tener alrededor del 25% de material seco. Estas tortas son recogidas mediante una cinta transportadora y enviada a la tolva para su retirada. El fango una vez seco puede ser transportado a un vertedero e incinerado (aguas urbanas con aporte industrial) o utilizado como corrector de suelos (aguas exclusivamente urbanas).

Para poder secar el fango previamente estabilizado normalmente se utiliza la filtración. En caso de que los fangos digeridos no sean adecuados para someterlos a filtración (ya que pueden formar una torta) se utiliza el centrifugado o el desecado en lechos de tierra. Los fangos secos se pueden aprovechar como fertilizantes, pero los costes de secado son elevados.

6.2.5. INCINERACIÓN DE FANGOS

Se puede utilizar la incineración como método último de disposición de los fangos. El proceso de incineración puede ser incineración autotérmica o incineración en la que se utilice combustible adicional, dependiendo del contenido de sólidos. Cabe destacar que la incineración no resuelve completamente el problema de la disposición del fango, ya que se producen cenizas residuales también contaminantes para el medio ambiente.

6.2.6. DESTINO FINAL DE LOS FANGOS

El destino final de los fangos generados en la depuración es muy diverso, teniendo un uso creciente, pero todavía limitado, en la agricultura, en la restauración de terrenos degradados y en pequeñas salidas de carácter industrial como la producción del ecobrik. Aún así, el destino final de una parte importante de estos fangos continúa siendo los vertederos controlados.

a) Vertido de fangos en vertederos específicos

Es un destino muy condicionado a encontrar emplazamientos adecuados y a la necesidad de proyectar obras de ingeniería dirigidas a garantizar las condiciones y el control del vertido.

También se encuentra un problema añadido en el rechazo social que levanta este tipo de actuación.

b) Fangos como fertilizantes organominerales

Aproximadamente la mitad de los fangos se utilizan como fertilizantes debido a su elevado contenido en materia orgánica y nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente). Este tipo de aplicación comporta algunas limitaciones como la posibilidad de aplicar solamente pequeñas dosis (de acuerdo con las necesidades y características del cultivo y teniendo en cuenta el porcentaje de mineralización) en épocas concretas.

Los fangos tienen tendencia a acumular metales pesados tales como Cd, Pb, Zn, Cu y Ni, que en dosis elevadas pueden resultar tóxicos para la tierra. En algunos casos también pueden contener mercurio. En estos casos hay que prever su depósito en vertedero. Aún así, generalmente, los fangos producidos en pequeñas depuradoras suelen ser destinados a uso agrícola debido a su

escaso volumen, proximidad a los campos y elevado grado de mineralización (debido a un mayor tiempo de permanencia en la planta).

c) Fangos como enmendantes de suelos degradados

Otra de las posibles aplicaciones de los lodos de depuradora es como agente enmendante de suelos degradados. Los buenos resultados obtenidos en esta práctica se deben a la elevada cantidad de materia orgánica presente en el fango y a su elevado contenido de compuestos fácilmente mineralizables (debido a niveles de humedad elevados).

Las limitaciones de esta aplicación son las siguientes:

- La baja estabilidad de la materia orgánica puede llevar a una mineralización excesivamente rápida del suelo, lo cual comporta un boom temporal de nitratos perjudicial para el terreno.
- El mal olor desprendido (ello hace aconsejable su aplicación lejos de núcleos urbanos).
- El fuerte impacto visual.
- La contaminación de aguas subterráneas y de drenaje.

Las cantidades de lodos a aportar al suelo vienen determinadas por tres factores:

- El substrato de la zona a restaurar (una elevada pedregosidad dificulta la incorporación de los lodos y su posterior transformación en el suelo).
- Nivel de nutrientes y materia orgánica con que se quiere dotar al suelo degradado.
- Contenido del lodo en elementos potencialmente tóxicos.

Otros aprovechamientos del fango

Mediante la vitrificación del fango, también se ofrece una gran reducción del volumen del fango de depuradora. Encontramos proyectos muy interesantes, como por ejemplo el proyecto Ecobrik. Este producto está destinado a materiales de construcción y tiene muy buenas propiedades de aislamiento tanto térmico como acústico [Gen, 1999].

6.3 LÍNEA DE GAS

Como se ha indicado anteriormente, cuando el proceso de digestión de fangos se efectúa por anaerobia, como consecuencia de las reacciones bioquímicas del mismo, se produce un gas denominado **gas biológico** o **biogás**, que tiene un contenido de metano de alrededor del 65-70%. El resto de su composición lo constituyen gases inertes. La mayor parte dióxido de carbono.

El biogás puede convertirse, reutilizándolo, en un valioso subproducto a través del cual se suministra una gran parte de la energía que la EDAR necesita para su funcionamiento (hasta un 60% del total de la energía empleada). Las aplicaciones de este gas de digestión son, por un lado, las de su uso como calefacción tanto de edificios como de los propios fangos de digestión y, por otro lado en instalaciones importantes, las de su empleo como combustible para producción de energía. En este último caso, a la planta depuradora se le dota de motores que se alimentan con el biogás, y a estos motores se le acoplan generadores cuya energía eléctrica producida sirve para abastecer las distintas partes de la estación.

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	2
2. DATOS DE PARTIDA.....	3
3. CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO.....	4
4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	6
5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	10
6. DESCRIPCIÓN DEL COLECTOR	13
7. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA EDAR	14
8. LÍNEA PIEZOMÉTRICA.....	22
9. OBRA CIVIL	23
10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	27
11. SISTEMA DE CONTROL DE LA EDAR.....	31
12. PUESTA EN MARCHA Y EXPLOTACIÓN	35
13. IMPACTO AMBIENTAL	35
14. VALORACIÓN DE LAS INSTALACIONES	35
15. DOCUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PORYECTO	39

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1. ANTECEDENTES

En la actualidad, el municipio de Robledillo de la Jara, perteneciente a la Comunidad de Madrid, tiene una red de saneamiento de tipo unitario y carece de depuradora. Toda la red está recogida por un colector principal que vierte, en un único punto, las aguas residuales directamente al Arroyo de Robledillo.

La falta de un sistema de depuración eficaz constituye un problema medioambiental debido al alto poder contaminante que genera el vertido incontrolado, en un entorno natural, de un efluente con elevada carga de materia orgánica y sólidos disueltos.

1.2. OBJETO

En el presente proyecto se pretende dar solución al problema de contaminación de aguas residuales urbanas en el municipio de Robledillo de la Jara. El objeto de esta memoria es definir las instalaciones necesarias para que sea posible la depuración de las aguas a tratar en el este municipio madrileño hasta los límites señalados por la normativa.

En los apartados siguientes se definirá el colector general que conduzca el vertido de aguas residuales hacia la estación depuradora. En esta estación depuradora se definirán y calcularán todos los elementos necesarios para establecer una correcta depuración del caudal efluente antes de ser vertido al río.

Las misiones que han permitido llevar a cabo el diseño de las diferentes soluciones recogidas con este proyecto han sido:

- Realizar una correcta distribución de los diversos elementos de la estación atendiendo a la secuencia lógica del proceso, a las características del terreno y la obtención de una fácil y eficaz explotación, con unos gastos de mantenimiento reducidos.
- Dar una calidad a los equipos e instalaciones que nos permitan una relación calidad-precio que se ajuste a este tipo de obras, atendiendo sobre todo al cometido que éstas van a desempeñar.
- Integrar la Estación dentro de los terrenos disponibles actualmente.
- Por último definir un Proyecto en cuanto a medición y valoración que permita la implantación de las instalaciones con el mínimo de variaciones o alteraciones posibles.

2. DATOS DE PARTIDA

En este apartado se muestra la información facilitada por el Canal de Isabel II relativa a los vertidos de aguas residuales del municipio de Robledillo de la Jara.

2.1. POBLACIÓN EQUIVALENTE

La dotación actual por habitante y día se ha estimado a partir de los datos de suministro de agua facilitados por el Excmo Ayuntamiento de Robledillo de la Jara:

- Población equivalente de diseño:1.081 he.
- Población equivalente en futuro 1.750 he.
- Dotación adoptada:270 l/he/d

2.2. CAUDALES DE DIMENSIONAMIENTO

Detallamos a continuación, los diversos caudales admisibles en los diversos procesos de tratamiento de la planta depuradora para la etapa de diseño.

		DISEÑO	FUTURO
Caudal Medio (Qm)	(m³/d)	293,76	476,06
	(m³/h)	12,24	19,84
Caudal máximo en colectores (Qcol = 5Qm)	(m³/h)	150,65	226,25
Caudal máximo en pretratamiento (Qmax = 3Qm)	(m³/h)	36,72	59,52
Caudal máximo en tratamiento biológico (Qpunta ≈)	(m³/h)	30,13	45,25

2.3. CARGAS CONTAMINANTES DE DISEÑO

Para la depuradora proyectada la calidad del agua residual es:

	VALOR MEDIO (mg/l)	VALOR PUNTA
D.B.O.5	221	x 1,7
DQO	442	
S.S.T.	277	
N-N Total (A 14°C)	41	
P-Ptotal	7	

2.4. RESULTADOS A OBTENER

En este apartado se establecen los requisitos mínimos exigibles, que han de cumplir las aguas depuradas, de acuerdo con la **Directiva del Consejo de la Comunidad Europea** de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas (91/271/CEE).

Estos valores nos marcarán los límites para el dimensionamiento de las instalaciones:

2.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA

El agua tratada tendrá como mínimo las siguientes características:

	VALOR MEDIO (mg/l)	Porcentaje mínimo de reducción ⁽¹⁾
D.B.O.5	25	70-90
D.Q.O.	125	75
S.S.T.	35	90
N-N Total (A 14°C)	15	70-80
P-Ptotal	2	80
pH	6-9	

Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de Reducción

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

Además de ello, el agua será razonablemente clara, no detectándose su vertido en el cauce receptor, y no tendrá olor desagradable.

2.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL FANGO

Como mínimo, el fango espesado procedente de la depuración, después de tratado y analizado, tendrá las siguientes características:

- Sequedad (% en peso de materia seca) $\geq 3 \%$ tras el espesamiento
- Estabilidad (% de sólidos remanentes) $\leq 55 \%$ de la materia seca.

3. CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO

En este apartado se muestra la información facilitada por el Canal de Isabel II relativa a las características del entorno en el que se ubican las instalaciones a diseñar destacándose los principales datos de partida que condicionan el diseño y desarrollo del proyecto.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

Robledillo de la Jara se sitúa en el sector septentrional de la provincia de Madrid, limitando al este con Puebla de la Sierra y El Atazar, al sur con Cervera de Buitrago, al oeste con Puentes Viejas, y con Berzosa del Lozoya al norte.

El término municipal está dividido en dos vertientes: una oriental que vierte sus aguas en la cuenca del Riato, afluente del Lozoya, y otra occidental que vierte directamente sobre el río Lozoya que se encuentra embalsado en esta zona por las presas de El Villar y El Atazar. A ellas desembocan los arroyos Aborrero y de la Dehesa, situándose entre ambos el lugar de Robledillo, a una altitud de 1.042 m.

Las instalaciones a diseñar se ubicarán en una parcela propiedad del Excmo. Ayuntamiento de Robledillo de la Jara. La parcela seleccionada para el emplazamiento es la nº172 del Polígono 1 que tiene una superficie total de 3.780 m2.

Ubicación de la futura depuradora de Robledillo de la Jara



Fuente: Dirección General del Catastro: <http://www.catastro.meh.es/>

3.2. CONEXIONES CON EL EXTERIOR

La ubicación de estas conexiones queda reflejada en el reportaje fotográfico y los planos incluidos en el **“Documento N°2.Planos”**.

3.2.1. AGUA BRUTA

El colector proyectado presenta los siguientes condicionantes establecidos por el Canal de Isabel II y que son invariables ya que han de respetarse las expropiaciones previstas y ya acordadas con los propietarios y el Ayuntamiento de Robledillo de la Jara:

- El punto de inicio del futuro colector se sitúa en el actual de vertido de aguas residuales del municipio. Este vertido se ubica en las afueras del núcleo urbano mediante red de saneamiento unitaria en hormigón que vierte al Arroyo de Robledillo de la Jara.

- El colector a proyectar tendrá una longitud de 780,21 m y transcurrirá próximo al arroyo de Robledillo y al camino del Molino de Villar hasta la nueva parcela donde irá situada la EDAR.
- El trazado del colector, así como el resto de las conducciones y de la línea eléctrica será subterráneo y discurrirá paralelo a la vía pecuaria “Colada de la Umbría de la Mata al Molino de Villar”, a una distancia de más de 3 metros, en todo su trazado.
- El colector general de aguas residuales llega a la arqueta de llegada, dentro de la EDAR a la cota 971,41m.
- Cuando el caudal que pueda llegar a la EDAR supere el máximo admisible se aliviará y se verterá, mediante tubería de PVC directamente al cauce receptor.

3.2.2. VERTIDO DEL EFLUENTE

El efluente tratado de la E.D.A.R. verterá el agua al Arroyo de Robledillo

3.2.3. ENGANCHE DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El entronque se realizará en el apoyo de la línea aérea de 20KV propiedad de IBERDROLA. El punto de entronque fue asignado por dicha compañía mediante el expediente N° 9016273730.

3.2.4. CONEXIÓN DE AGUA POTABLE

El suministro de agua potable a la E.D.A.R. desde el punto más cercano seleccionado por el Canal de Isabel II situado a las afueras del municipio a unos 841 m del a parcela E.D.A.R.

La conducción a proyectar será de Polietileno de media densidad de acuerdo con la normativa vigente del Canal de Isabel II. El diámetro mínimo será de 20mm y se instalará un dispositivo de purga.

3.2.5. CAMINO DE ACCESO

Para acceder a las nuevas instalaciones de la planta diseñada se utilizará el camino existente, previéndose su acondicionamiento para que sea compatible con el uso previsto.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En cumplimiento de la Directiva de Consejo de 21 de Mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE), se adoptará (siendo obligatorio) en primera instancia un proceso de depuración compuesto por un **tratamiento primario** (eliminación de sólidos) y **tratamiento secundario** (eliminación de materia orgánica).

En cuanto al tipo de tratamiento secundario, se adopta un **proceso biológico** frente a uno químico por los siguientes motivos:

- En un proceso químico se necesitan unos sistemas de dosificación muy correctos así como unos equipos de personal preparados, que periódicamente tiene que estar modificando las dosificaciones para obtener un alto rendimiento
- Los reactivos poseen un elevado coste y requieren de instalaciones adecuadas para su almacenamiento y manipulación.

De la consideración de estos factores se deduce que el proceso biológico más adecuado económico para un municipio de las características de Robledillo.

A continuación justificamos el tipo de proceso biológico a seleccionar:

La biodegradabilidad de un agua residual se determina como relación de la demanda bioquímica de oxígeno a la demanda química de oxígeno. De este índice se deduce fácilmente el método de depuración mas adecuado.

DBO5/DQO	EFLUENTE	TRATAMIENTO RECOMENDADO
< 0,2	POCO BIODEBGADABLE	PROCESO FÍSICO QUÍMICO
0,3 < DBO5/DQO < 0,4	BIODEGRADABLE	LECHOS BACTERIANOS (Cultivo fijo)
0,5 < DBO5/DQO < 0,65		FANGOS ACTIVOS (Cultivo en suspensión)

- Si $DBO5/DQO < 0,2$, no es biodegradable, recomendándose el empleo de procesos químicos.
- Si $DBO5/DQO > 0,3$, el efluente es biodegradable, recomendándose el empleo de lechos bacterianos o fangos activos
- Si $0,3 < DBO5/DQO < 0,4$, el efluente presenta un contenido moderado de materia biodegradable por lo que se pueden emplear lechos bacterianos.
- Si $0,5 < DBO5/DQO < 0,65$, el efluente presenta un alto contenido de materia biodegradable por lo que se recomienda la utilización del sistema denominado fangos activos.

En este estudio, $DBO5/DQO = 221/442 = 0,5$, por lo que en principio se recomienda la utilización de un método biológico, y más concretamente el denominado **fangos activos**.

En cuanto al desarrollo favorable de la actividad de microorganismos son necesarias la existencia de nutrientes N y P, así como otros oligoelementos Ca, Mg, Zn encontrándose en una relación adecuada respecto a la DBO5.

La DQO resulta ser inferior a 750 mg/l, valor considerado como límite admisible.

Se dimensionan los equipos para un proceso en aireación prolongada lo cual permitirá una reducción casi total de la DBO5 y del nitrógeno.

Se construirán dos reactores biológicos similares cada uno con capacidad para gestionar el caudal medio de diseño, dando total cobertura a las necesidades de la villa en invierno y en verano.

Se instalará un equipo de bombeo de fangos que servirá tanto para la recirculación de los mismos a cabecera y servir de sustrato al proceso como para enviar los fangos en exceso al sistema de espesado y deshidratación.

En el manejo de lodos se ha tratado de evitar cualquier intervención directa de las personas, utilizando sistemas automáticos y maquinaria específica. En concreto, se han evitado sistemas con intervención directa de los operarios como eras de secado, limpiezas manuales, aplicaciones superficiales, etc...

Cabe decir que se podría haber incluido en la planta algún tipo de tratamiento terciario, pero se ha considerado que con el diseño escogido es suficiente para conseguir los límites de depuración deseados.

4.1. PROCESO DE FANGOS ACTIVOS

Recordemos que en función de la carga másica, los **Lodos Activos** se pueden clasificar en tres tipos:

	Cm	Cv	tc (días)	th (horas)
• De baja carga o de Aireación Prolongada	< 0,1	< 0,2	>15	>12 (puede darse el fenómeno de la nitrificación)
• De carga media o Convencional	0,3-0,5	0,32-0,64	5 -15	> 4 h
• De alta carga o Contacto-Estabilización	> 1	> 3	1-5	< 4 h

Vamos a deducir que tipo de proceso se implantará en función de la carga másica presente:

$$Carga (kg / d) = \frac{Constante \cdot Población (HabEq)}{1000 (g / kg)}$$

En nuestro proyecto tenemos:

Características del influente

Nº de habitantes equivalentes de diseño	1.082
Caudal medio diario (m³/día)	294
D.B.O.5 media (mg/l)	221
D.B.O.5 (kg/día)	65
Contaminación específica (gr/hab·día)	0,06

Por lo que en nuestro proyecto implantaremos un proceso de **FANGOS ACTIVOS DE BAJA CARGA O AIREACIÓN PROLONGADA**.

El proceso de aireación prolongada es similar al de fangos activados convencional, excepto en que funciona en la fase de respiración endógena de la curva de crecimiento, lo cual precisa una carga orgánica reducida y un largo periodo de aireación. Este proceso se utiliza mucho en plantas para pequeñas comunidades como la que se estudia en este proyecto.

En este tipo de instalaciones el influente desbastado es introducido directamente en aireación **sin decantación previa**. La característica más importante de este proceso es que los microorganismos del tanque se mantienen en fase de crecimiento endógena, con lo que el fango es digerido en el mismo reactor.

En este tipo de instalaciones se trabaja a condiciones de edad del fango y tiempo de residencia hidráulicos muy altos. Una importante consecuencia de este régimen de funcionamiento es que estas instalaciones son capaces de tolerar muy bien las puntas de carga y de caudal.

Además, al trabajar con edades del fango y tiempo de retención elevados, se llega a producir la nitrificación, incrementando consecuentemente las necesidades de oxígeno. Con el fin de recuperar parcialmente la energía consumida en el proceso de nitrificación, es conveniente realizar una desnitrificación de los nitratos formados en la nitrificación.

Las plantas que trabajan en régimen de aireación prolongada son de mantenimiento fácil, económicas y más sencillas de manejar que los procesos convencionales, pero requieren una adecuada asistencia técnica, porque en caso contrario, pueden plantearse problemas de flotación de natas en el decantador y de gestión del consumo eléctrico [Metcalf-Eddy, 1996].

4.1.1. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO BIOLÓGICO

En los sistemas de nitrificación-desnitrificación se producen tres tipos de reacciones biológicas:

- La primera es la **metabolización aerobia de la materia orgánica**. En este proceso las bacterias heterótrofas presentes en el sistema utilizan el oxígeno disuelto en el agua como aceptor terminal de electrones en la oxidación de materia orgánica. La energía liberada en la reacción es utilizada por las bacterias para el mantenimiento y la producción de nueva biomasa: básicamente productos de almacenaje y nuevas células.
- La reacción de **nitrificación**, es también una reacción aeróbica. El amonio inicialmente presente en el agua residual y el que se ha producido como consecuencia de la actividad de las bacterias heterótrofas, es oxidado a nitrito y posteriormente a nitrato.

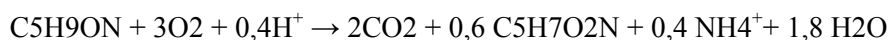
Esta reacción es realizada por bacterias autótrofas, que se diferencian de las anteriores por que sólo pueden utilizar dióxido de carbono como fuente de energía para síntesis de nueva biomasa.

- La **desnitrificación** se realiza en condiciones de anoxia y está mediatizada por bacterias heterótrofas que utilizan como aceptores finales de electrones los grupos nitrito y/o nitrato dando lugar a la reducción de las formas oxidadas de nitrógeno (N^{5+} y N^{3+}) a nitrógeno gas (N_2).

El nitrógeno molecular es poco soluble en agua y por tanto se disipa rápidamente en la atmósfera. Simultáneamente se producen reacciones de síntesis de nuevas células y se utiliza materia orgánica como fuente de carbono.

Las siguientes reacciones resumen estos tres procesos [Metcalf-Eddy, 1996]:

- Oxidación aeróbica, heterotrófica de la materia orgánica.



- Oxidación aeróbica, autotrófica del amonio.



- Oxidación anóxica de desnitrificación heterótrofa de la materia orgánica.



Las dos reacciones realizadas por bacterias heterótrofas utilizan materia orgánica (expresada como $\text{C}_5\text{H}_9\text{ON}$) como fuente de carbono y de electrones. Las tres reacciones producen células nuevas ($\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$).

4.1.2. EDAD DEL FANGO

La mayoría de bacterias heterótrofas que pueden oxidar la materia orgánica utilizando oxígeno molecular, pueden utilizar también nitritos o nitratos como aceptores de electrones y oxidar la materia orgánica mientras eliminan nitrógeno.

Por lo tanto, si se mantienen las condiciones de proceso necesarias para mantener las bacterias oxidantes de materia orgánica, parte de las mismas serán también capaces de desnitrificar. El factor limitante de este proceso será la relación carbono (expresable como DQO o DBO5) respecto a nitrógeno (expresable como NTK), en tanto debe contarse con una fuente de carbono orgánico en cantidad tal que permita desnitrificar los nitratos presentes en el agua, hasta el nivel deseado.

El caso de las bacterias nitrificantes (Nitrosomonas y Nitrobacter) es diferente, porque las reacciones de transferencia de electrones en las reacciones autótrofas de oxidación de nitrógeno requieren de un aporte mayor de energía.

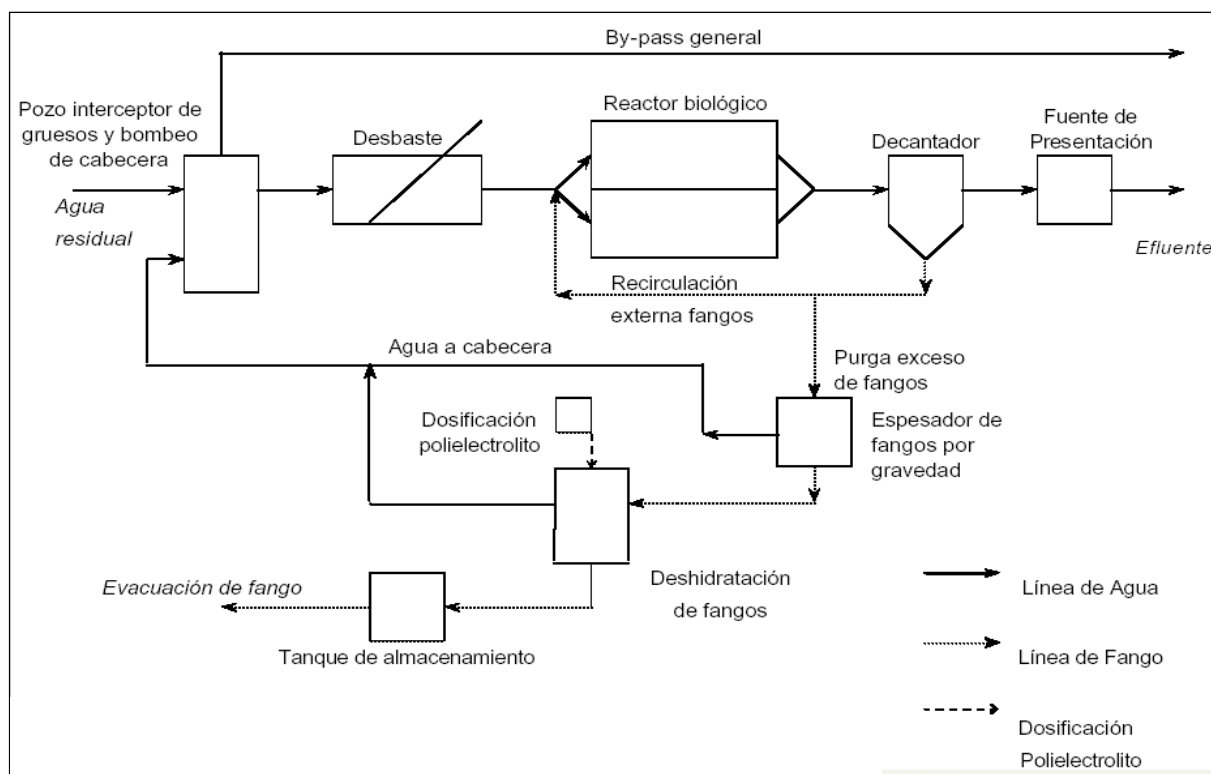
El coeficiente de crecimiento y la tasa específica de crecimiento máximo de las bacterias nitrificantes son bajos, por lo tanto estas bacterias son de crecimiento más lento y para mantenerlas en el sistema es necesario trabajar a edades del fango altas. En este caso, se ha adoptado una edad del fango de 19 días en la denominada Temporada Normal y de 20 días en la denominada Temporada Alta.

Evidentemente, una elevada edad de fango debe permitir una gran estabilización de los fangos biológicos que se extraerán del sistema como residuo del proceso. Esto facilitará su manipulación posterior y permitirá economizar en su procesado, en tanto no serán necesarios procesos de digestión posteriores.

5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El diseño seleccionado consiste básicamente en por un sistema de depuración mediante **fangos activados en aireación prolongada** con un reactor en dos líneas idénticas, ambas con una zona anóxica y otra aeróbica, con espesamiento y evacuación de fangos espesados a camión.

A continuación se incluye el esquema de la línea de proceso planteada:



Para optimizar el espacio disponible se han adoptado configuraciones de los reactores biológicos en forma de carrusel circular con decantador en el centro, que son más versátiles y se adaptan mejor para instalaciones pequeñas que los reactores de flujo pistón o mezcla completa.

A continuación se detallan los elementos que componen la planta:

5.1. LÍNEA DE AGUA

➤ OBRA DE LLEGADA

- Medida de caudal agua bruta
- Arqueta de entrada, alivio y by-pass general con tamizado de caudales aliviados.
- Pozo de gruesos con reja manual de 50 mm de paso.
- Bombeo de agua bruta residuales (3+1) en cámara seca a pretratamiento.

➤ PRETRATAMIENTO

- Desbaste fino con tamices de escalera en canal de 3 mm. en (1+1) líneas
- Desarenado-desengrase en 1 línea.
- Clasificador de arenas
- Concentrador de grasas.
- Medida de caudal agua pretratada.

➤ **TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS**

- Tanque de tormentas en decantador lamelar
- Bombeo de fangos y vaciados del tanque de tormentas.

➤ **TRATAMIENTO BIOLÓGICO**

- Regulación de caudal de entrada al biológico.
- Medida de caudal agua a tratamiento biológico
- Tratamiento biológico en dos líneas, con reactor de forma anular y decantador en el centro. Sistema de aeración con difusores de membrana de 9”.
- Decantación secundaria en dos líneas (concéntrica al reactor biológico), circular de rasquetas.
- Eliminación de fósforo por vía química, con adición de cloruro férrico.

➤ **OBRA DE SALIDA**

- Depósito de agua tratada y salida de efluente.
- Medida de caudal agua tratada.

5.2. LÍNEA DE FANGO

➤ **EXTRACCIÓN DE FANGOS**

- Purga de fangos biológicos
- Recirculación externa de fangos con (2+1) bombas sumergibles
- Un acelerador de corriente por línea con una potencia unitaria de 1,5 Kw
- Bombeo de fangos en exceso a espesamiento con (1+1) bombas sumergibles

➤ **TRATAMIENTO DE FANGOS**

- Espesamiento por gravedad de los fangos en exceso.
- Evacuación de fango espesado a camión, por gravedad o bombeo.

5.3. INSTALACIONES AUXILIARES

- Desodorización por carbón activo en espesador y edificio de proceso.
- Vaciado de elementos
- Red de pluviales.
- Aire de servicios.
- Agua potable.
- Agua de servicio industrial y riego.
- Red de aguas residuales.
- Pasarelas y polipastos.

- Laboratorio
- Mobiliario y taller
- Telefonía
- Elementos de seguridad

6. DESCRIPCIÓN DEL COLECTOR

Se trata en este apartado de la Memoria, de describir sucintamente, pero de forma justificativa, la parte del proyecto relativa a las conducciones de saneamiento proyectadas con la misión de captar los vertidos y conducirlos hasta la depuradora.

A continuación se recoge una breve descripción del colector, así como un resumen de las mediciones estimadas.

Como se ha comentado anteriormente, el colector proyectado presenta los siguientes condicionantes establecidos por el Canal de Isabel II y que son invariables ya que han de respetarse las expropiaciones previstas y ya acordadas con los propietarios y el Ayuntamiento de Robledillo de la Jara:

- El punto de inicio del futuro colector se sitúa en el actual de vertido de aguas residuales del municipio. Este vertido se ubica en las afueras del núcleo urbano mediante red de saneamiento unitaria en hormigón que vierte al Arroyo de Robledillo de la Jara.
- El colector proyectado tiene una longitud de 780,21 m y transcurre próximo al arroyo de Robledillo y al camino del Molino de Villar hasta la nueva parcela donde irá situada la EDAR.
- El trazado del colector, así como el resto de las conducciones y de la línea eléctrica será subterráneo y discurrirá paralelo a la vía pecuaria “Colada de la Umbría de la Mata al Molino de Villar”, a una distancia de más de 3 metros, en todo su trazado.
- El colector general de aguas residuales llega a la arqueta de llegada, dentro de la EDAR a la cota 971,41m.
- Cuando el caudal que pueda llegar a la EDAR supere el máximo admisible se aliviará y se verterá, mediante tubería de PVC de 400 mm, directamente al cauce receptor.

6.1. ASPECTOS GENERALES DEL COLECTOR

El diseño hidráulico del colector nos determinará las dimensiones del mismo, debiendo realizarse, al menos las siguientes comprobaciones:

- Velocidades máximas y mínimas
- Llenado de conducciones
- Cálculo de pérdidas de carga lineales y localizadas
- Autolimpieza de la conducción

En el “**Anejo N°3.Dimesionamiento Hidráulico**” se justifican y desarrollan los parámetros hidráulicos que definen el colector.

A continuación se describen las características más relevantes del colector de agua bruta diseñado.

- Las obras de captación del vertido existente comprenden la ejecución de un nuevo colector de 780,21 m de longitud y 400 mm de diámetro, en tubería de hormigón armado, y que discurre próximo al Arroyo de Robledillo y al Camino de El Molino de Villar hasta la parcela donde se ubicarán las nuevas instalaciones.
- La pendiente máxima del colector se limita para no superar la velocidad de 5 m/s. A lo largo del trazado del mismo se han colocado pozos de registro prefabricados separados una distancia máxima de 50 m y en los casos que sea necesario, por cambios de dirección en planta y/o pendiente.
- En cuanto a la obra civil asociada simplemente señalar que, teniendo en cuenta que el diámetro del colector es de 400mm, la sección tipo de zanja adoptada en la ejecución del mismo tendrá al menos un ancho en la base de 1,0 m y taludes de excavación de 1H/3V. La ejecución de la obra implica la apertura de una zanja donde se instalará la tubería, apoyada sobre una cama de arena/gravilla de 15 cm que será posteriormente rellenada.

Los resultados en cuanto a la medición a partir de los datos de partida se resumen a continuación:

COLECTOR AGUA BRUTA	
LONGITUD	780,21 m
MATERIAL	Tubería HA
DIÁMETRO	Ø400 (m)

7. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA EDAR

7.1. OBRA DE LLEGADA

El colector general de aguas residuales conecta con la obra de llegada, donde hay una compuerta de aislamiento de toda la EDAR, que dispone de un vertedero para alivio y by-pass general que comunica con una tubería que evacua el efluente hasta la arqueta de salida del agua tratada.

En el vertedero se ha dispuesto un tamiz autónomo en aliviadero con capacidad muy superior al caudal máximo hidráulico y con una luz de paso de 6 mm.

A continuación se detallan las características de dichas tuberías:

Alivio y By-pass general		Llegada a pozo de grueso	
Ø (mm)	Material	Ø (mm)	Material
400	PVC	400	HA

En este colector de entrada, antes de la obra de llegada, se incluye un medidor electromagnético de caudal en tubería.

7.2. POZO DE GRUESOS, BOMBEO DE AGUA BRUTA Y PRETRATAMIENTO

El pozo de gruesos tiene forma trocopiramidal invertido, con las siguientes características:

Volumen (m ³)	Dimensiones (m ²)		Profundidad (m)	
	Parte superior	Parte inferior	Parte inclinada	Parte recta
11,6	3 x 3	1 x 1	1,0	0,85

El colector de llegada confluye en el pozo de gruesos.

El pozo de gruesos se ha diseñado para un tiempo de retención superior a 180 segundos a caudal máximo.

Está dotado de una cuchara bivalva de 50 l. de capacidad, trasladada por un puente grúa, de 2.000 kg., que a su vez da servicio a todo el edificio de proceso, donde están incluidos los equipos de bombeo de agua bruta, pretratamiento, dosificación de cloruro férrico y soplantes del biológico.

El paso del pozo de gruesos al pozo de bombeo, se realiza a través una reja vertical de limpieza manual y paso de barros de 50 mm., construida en AISI-316, que sirve de protección de las bombas de agua bruta.

El grupo de bombeo de aguas residuales está compuesto por (3+1) bombas centrifugas horizontales en cámara seca con las siguientes características:

Nº bombas	Caudal unitario adoptado (m ³ /h)	Altura manométrica adoptada (m.c.a.)	Ø Tubería de impulsión (m)
3 + 1	15	5	0,08

La impulsión de aguas residuales hasta el desbaste de finos se efectúa mediante tuberías individuales en “cuello de pato”, (cuyo diámetro está indicado en la tabla anterior), diseñadas en acero inoxidable AISI-304.

El desbaste de consta de (1+1) tamices tipo escalera en canal de 0,4 m de ancho, y paso de malla de 3 mm.. En condiciones normales funcionará una sola unidad, manteniendo la segunda en reserva. El funcionamiento es automático por controlador de nivel tipo varillas o por temporización.

La segunda unidad de tamizado entrará en funcionamiento con grandes aumentos de caudal o colmatación del otro tamiz. Se ha previsto un escalón entre los dos tamices para que el segundo solamente funcione en caso de emergencia.

Ambos canales de desbaste están aislados aguas arriba por compuertas automáticas en AISI-316. Aguas abajo se ha dejado un escalón para evitar tener que poner las compuertas aguas abajo y la necesidad de realizar el vaciado de los canales.

Los residuos se recogen en un tornillo-prensa y se almacenan en un contenedor de 750 l.

Todos los equipos de pretratamiento se encuentran integrados dentro del edificio de proceso, que está desodorizado.

7.3. DESARENADO - DESENGRASE

El agua a la salida del desbaste de residuales se conduce al desarenador.

Se dispone de una línea de desarenado - desengrase con las siguientes características:

Dimensiones (m ²)	Q _{max} (m ³ /h)	T de retención a Q _{max} (min)	Aireación
4,0 x 2,0	36,7	10,9	1 + 1 Soplantes de 65 Nm ³ /h y 9 difusores

La aportación de aire a estos desarenadores - desengrasadores se realiza por medio de soplantes de canal lateral. El aire aportado por las soplantes se distribuye por medio de los difusores de burbuja gruesa por línea, siendo el caudal máximo por difusor de 8 m³/h.

Las soplantes se encuentran ubicadas debajo del desarenador debido al pequeño tamaño que tienen.

El desarenador-desengrasador está dotado de un puente tipo, a bordo del cual se sitúa la bomba de extracción de arenas. Esta bomba aspira la arena del fondo del desarenador y la impulsa hacia el clasificador de arenas de 25 m³/h, el cual evacua las arenas a un contenedor.

El caudal de la bomba de arena que va situada a bordo de los puentes es de 1,5 m³/h, suficiente como para garantizar que no se produzcan deposiciones de arena en el fondo del desarenador.

La recogida de grasas se efectúa mediante un sistema de rasquetas de superficie, que empujan las grasas almacenadas en la parte lateral de los desarenadores - desengrasadores, hasta un pequeño separador de grasas y posteriormente a un contenedor drenado.

La entrada y aislamiento del desarenador se realiza por compuerta automática en AISI-316. También dispone de by-pass mediante tubería del mismo material, de 150 mm. de diámetro, que comunica con la salida de agua del desarenador

El clasificador de arenas y desarenador disponen de válvulas de vaciado.

En la salida del desarenado-desengrase se sitúa un medidor de caudal electromagnético en la tubería de entrada a la obra de reparto del tanque de tormentas, de 150 mm. en fundición.

7.4. TANQUE DE TORMENTAS

El agua pretratada entra en una arqueta que contiene una válvula reguladora de conexión con el tratamiento biológico, y un vertedero que sirve de alivio y by-pass de los reactores biológicos, y que comunica con el tanque de tormentas.

Se proyecta un tanque de tormentas en forma de decantador lamelar rectangular, cuyas características se resumen en el siguiente cuadro:

Longitud (m)	Anchura (m)	Altura de las lamelas (m)	Superficie lamelar (m ²)	Bombeo de fangos y vaciados		Ø Conducció n purga (m)
				Nº bombas	Q _u adoptado (m ³ /h)	
2,8	2,15	1,3	95,03	1 + 1	5	0,10

El volumen total del decantador es de 19,9 m³ y el tiempo de vaciado previsto es inferior a 4 horas.

La velocidad a través de las lamelas con el biológico en marcha, es de 1,45 m/h para la época actual, y 3,32 m/h para el futuro. La velocidad de Hazen es de 0,15 m/h con el biológico en funcionamiento, y 0,84 m/h sin biológico.

Si el tanque de tormentas se llena como consecuencia de la lluvia empezará a funcionar como decantador lamelar, y el agua clarificada se verterá a la conducción de alivio y by-pass general.

Tanto la tubería de purga como los canales metálicos de salida de agua decantada, se ejecutarán en acero inoxidable.

La salida de vaciados del tanque de tormentas se impulsa con las bombas sumergibles definidas en el cuadro anterior, mediante tubería de acero inoxidable de 65 m. de diámetro hasta la arqueta de entrada al biológico, después de finalizar el episodio de lluvias.

La tubería de salida por gravedad del agua del tanque de tormentas, es de 150 mm. en AISI-316.

7.5. REACTOR BIOLÓGICO CIRCULAR CON DECANTADOR EN EL CENTRO

Se proyecta un tratamiento de fangos activos en oxidación prolongada tipo circular, con nitrificación-desnitrificación con dos líneas, en un sistema circular con decantador en el centro.

En los anejos de dimensionamiento, se han realizado los cálculos para la época actual y el futuro.

Dentro de cada época, se han se ha considerado una temperatura de diseño en verano de 22°C, y en invierno de 14°C.

La concentración del licor mezcla en los dos casos es de 2,5 Kg/m³ para el caso actual, y 2,7 Kg/m³ para el futuro, para poder conseguir una edad del fango superior a los 18 días en todos los casos. La fracción de anoxia considerada es del 25 %

En el “*Anejo N°2. Dimensionamiento funcional*” se calculan los siguientes parámetros relevantes del reactor:

- Edad del fango
- Capacidad de Nitrificación-desnitrificación
- Necesidades de Recirculación

El volumen real adoptado es el indicado en el cuadro, con dos líneas en funcionamiento y una altura de lámina de agua de 3,32 m. A modo de resumen, las condiciones de operación en el reactor biológico son las siguientes:

Ø Decantador secundario (m)	Ø Reactor (m)	Superficie real total (m ²)	Volumen total (m ³)	Ancho reactor (m)	Carga (*) másica (Kg DBO ₅ /Kgmlss · día)	Carga (*) Volúmica (Kg DBO ₅ /m ³ · día)	Edad (*) del fango (días)
7,0	12,0	135,4	449,5	2,2	0,0578	0,14	19,6

(*) Los parámetros de carga másica, volúmica y edad del fango, están referidos en época actual a 22 °C.

La entrada a la arqueta de reparto al biológico se regula con una válvula automática comandada con un medidor electromagnético de caudal en tubería ejecutada en AISI-304 de 125 mm. de diámetro.

Esta arqueta tiene dos vertederos para distribuir el caudal a cada línea, las cuales están aisladas con válvula de compuerta de 100 mm.

La salida del licor mixto se realiza en el lado opuesto a la entrada, mediante un vertedero que conecta con el decantador secundario por medio de una tubería que discurre bajo la lámina de agua del decantador, hasta la campana central.

La distribución de aire se realiza por medio de una parrilla de difusores de membrana de 9" por línea, con 28 difusores distribuidos en 7 filas con 4 difusores por fila.

Caudal máximo por difusor (Sm ³ /h)	Nº parrillas / línea	Nº filas / parrilla	Nº difusores / fila	Nº difusores / parrilla	Caudal total de aire necesario (Sm ³ /h)
4,67	1	7	4	28	233,01

El cálculo de las necesidades de oxígeno se ha realizado suponiendo que el agua desbastada entra directamente en el reactor biológico sin ningún tipo de reducción contaminante previa.

La capacidad de los equipos de producción de aire es la siguiente:

Nº soplantes instaladas	Caudal unitario (Nm ³ /h)	Contrapresión necesaria (m.c.a.)	Potencia instalada (kw)
2 + 1	150/45	4,0	4,0

Las soplantes del tratamiento biológico disponen de cabina de insonorización y además están aisladas en una sala independiente e insonorizada, donde se ha dejado espacio para una futura unidad más. El mantenimiento de estos equipos se realiza con un diferencial manual de 2.000 Kg.

Todas las tuberías de aire son independientes para cada reactor, están diseñadas en acero inoxidable AISI-304, y tienen un diámetro de 65 mm..

Las dos soplantes en funcionamiento están reguladas con un variador de frecuencia.

En las dos cubas de aeración, se prevén un medidor de oxígeno para controlar que la concentración en las cubas se mantenga superior a 2 mg/l y un medidor de potencial redox para controlar la nitrificación-desnitrificación.

7.6. DECANTACIÓN SECUNDARIA

El licor mezcla se transporta por gravedad desde la cuba de aeración hasta la decantación secundaria mediante una tubería en acero inoxidable AISI-304, de 150 mm., ejecutada bajo la lámina de agua del decantador, el cual al ser de tracción central no dificulta la ejecución de dicha tubería.

El decantador secundario será de rasquetas, circular y concéntrico al reactor biológico. Las características específicas se resumen a continuación:

Ø (m)	Calado en vertedero (m)	Ø conducción purga (m)	Ø conducción alimentación (m)	Carga de vertedero a (m ³ /mlxh)		Velocidad real (m/h)	
				Q _{medio}	Q _{max}	Q _{medio}	Q _{max}
7	3,11	0,15	0,15	0,28	0,69	0,16	0,39

La salida del agua decantada se realiza mediante canal vertedero metálico, que conduce a un canal de agua decantada. De este canal, el agua tratada sale con tubería de acero inoxidable AISI-304 de 150 mm. desde cada decantador hasta la arqueta de agua tratada.

La extracción de fangos del decantador se realiza mediante una tubería que arranca desde la columna de cada decantador hacia la zona perimetral del mismo situada bajo la solera del decantador, terminando en la arqueta de bombeo de fango recirculado y fango en exceso.

7.7. DOSIFICACIÓN DE CLORURO FERRICO

Para la eliminación de fósforo por vía química, se ha previsto una dosificación de cloruro férrico de 3 Kg. de Fe por Kg. de fósforo a eliminar.

Para ello se dispone de un depósito de almacenamiento de 1.000 litros, con (2+1) bombas dosificadoras de membrana de 0- 25 l/h de caudal unitario reguladas con un variador de frecuencia y comandadas por el medidor de caudal de agua al tratamiento biológico.

Todas las tuberías de dosificación de reactivos se ejecutan en polipropileno.

7.8. BOMBEO DE FANGOS

En la obra de bombeo de fangos existen dos válvulas que permiten aislar las tuberías de extracción de fangos de los decantadores en caso de problemas mecánicos. En el pozo de fangos, además de situarse las tres bombas de fangos recirculados, se sitúan en la parte opuesta las dos bombas de fangos en exceso.

Recirculación externa de fangos			Bombeo de fangos en exceso			
Nº bombas	Q _u adoptado (m³/h)	Altura manométrica (m.c.a.)	Nº bombas	Q _u adoptado (m³/h)	Altura manométrica (m.c.a.)	Horas de purga
2 + 1	11	3	1 + 1	5	7	1,64

Cada una de las dos bombas de recirculación en funcionamiento están reguladas con un variador de frecuencia, y comandadas por un caudalímetro electromagnético en tubería.

Los fangos en exceso se bombean mediante tubería de polietileno de alta densidad, de 90 mm. al espesador. Esta tubería también dispone de un medidor de caudal electromagnético.

La salida de flotantes de los decantadores se conducen a un pozo de bombeo donde se ubican (1+1) bombas sumergibles de 4 m³/h a 10 m.c.a., que los impulsa al separador de grasas mediante tubería de polietileno de alta densidad, de 75 mm.

7.9. ESPESAMIENTO DE FANGOS

Para el espesamiento de los fangos en exceso, se ha previsto un espesador circular, con cubierta de PRFV, cuyas características se resumen en el siguiente cuadro:

Las características del espesador adoptado son:

Ø (m)	Superficie (m ²)	Altura en vertedero (m)	Carga de trabajo (kg MS/m ² /día)	Tiempo (*) retención (días)	Concentración fangos espesados (g/l)	Volumen (*) fangos espesados (m ³ /día)
4	12,57	3,60	5,24	13,55	30	0,27

(*) El tiempo de retención y el volumen de fangos espesados están expresados para época actual a 14°C, que es la más restrictiva.

Los sobrenadantes del espesador desembocan en una arqueta que comunica con la red de vaciados hasta su reincorporación a cabecera de instalación.

La purga de fangos del espesamiento se realiza en tubería acero inoxidable AISI-304e, 150 mm. de diámetro. En estas plantas no están previstos sistemas de deshidratación, planteándose únicamente equipos de evacuación de fango espesado a camión.

La purga de fangos del espesamiento a secado se realiza en tubería acero inoxidable AISI-304, de 150 mm. de diámetro. Desde esta conducción, se puede hacer el vaciado a cabecera o sacar un ramal para la aspiración de las bombas de fangos espesados a depósito.

Para este menester, se han previsto dos bombas horizontales de tornillo, de 5 m³/h de caudal unitario, con válvulas y tuberías en AISI-304 de 80 mm. Las dos impulsiones terminan en un colector común con enganche guillemin para conexión a camión.

7.10. INSTALACIONES AUXILIARES

7.10.1. DESODORIZACIÓN

El sistema proyectado en el espesador y edificio de proceso es una desodorización por carbón activo instalada en uno de los laterales del edificio. Se ha diseñado para un caudal de 6.500 Nm³/h con 10 renovaciones/hora.

7.10.2. VACIADO DE ELEMENTOS

Se han previsto vaciados en todos los aparatos, aunque al ser una planta tan pequeña no se realiza de forma directa.

Los decantadores se vacían a través de las bombas de fangos en exceso vía espesador. Para ello se realizan las siguientes operaciones:

- Se cierra la alimentación al biológico y/o decantador que se quiere vaciar, dejando que todo el caudal vaya por la otra línea.
- Se cierra la purga de fangos del decantador que sigue en funcionamiento.
- Se para la recirculación de las dos líneas.
- Se vacía el decantador con las bombas de fangos en exceso hasta el espesador. En este punto se puede purgar a camión todo el fango extraído del decantador, y posteriormente se cierra el vaciado a camión y se llena el espesador con el agua decantada hasta su rebose a cabecera.

El vaciado del reactor biológico se ha previsto descolgando una bomba de achique portátil que impulse todo el efluente al decantador. Posteriormente se realiza el vaciado del decantador de la forma descrita anteriormente.

Los vaciados del decantador lamelar y pozo de recirculación de fangos se realiza con las bombas propias instaladas en estos depósitos. Para el vaciado del pozo de fangos hay que parar la recirculación y vaciar, como en el caso de los decantadores, por medio de las bombas de fangos en exceso.

7.10.3. RED DE PLUVIALES

Se ha dispuesto una red de pluviales en la zona del vial central, formada por un conjunto de tuberías de PVC y sus correspondientes arquetas sumideros, que se reúnen en un pozo de registro de conexión con la tubería de agua tratada.

7.10.4. AIRE DE SERVICIOS

Se ha incluido una pequeña red de aire de servicios formada por un compresor de 19 Nm³/h, con sus correspondientes tuberías de distribución.

7.10.5. AGUA POTABLE

El agua potable se conducirá a las plantas de tratamiento mediante tubería de polietileno de 40 mm. de diámetro desde el punto definido en el Pliego situado a una distancia de 841 m. de la parcela E.D.A.R.

7.10.6. AGUA DE SERVICIO INDUSTRIAL Y DE RIEGO

Las redes de agua de servicio industrial y de riego se alimentarán con efluente final de la planta, impulsado por un grupo de presión hidroneumático, formado por dos bombas de 9 m³/h de caudal unitario y un calderín de 100 l.

El riego se diseña con aspersores, programador electrónico y tuberías de distribución.

7.10.7. RED DE AGUAS RESIDUALES

En el edificio de proceso se ha diseñado una red de drenajes y vaciados que confluye por gravedad en el pozo de gruesos. En ella están incluidas las aguas fecales de los aseos y laboratorio.

Esta red consistirá, básicamente, en un colector que partiendo del edificio polivalente y del edificio de control conducirá las aguas residuales a la red de vaciados para su envío a cabecera de la planta depuradora.

7.10.8. PASARELAS Y POLIPASTOS

Todos los depósitos y elementos elevados irán dotados de pasarelas de acceso con escalera. Las pasarelas llevarán sus correspondientes barandillas de seguridad y las escaleras pasamanos.

Todos los equipos ubicados en el edificio de proceso, dispondrán del puente grúa para la elevación y extracción en caso de avería.

7.10.9. LABORATORIO

Se ha considerado una partida presupuestaria para el equipamiento necesario para dotar a la planta de un pequeño laboratorio.

7.10.10. MOBILIARIO Y TALLER

Se incluye una partida presupuestaria para dotación de herramientas mínima, así como del mobiliario de la sala de control, y zona de taller y laboratorio.

7.10.11. TELEFONÍA

Se ha previsto una partida alzada para derechos de enganche e instalación de telefonía exterior dotada de dos líneas con dos aparatos situados en el edificio de proceso.

Como elemento de seguridad adicional, se ha dotado a la planta de un circuito cerrado de televisión/videoportero con cámara.

7.10.12. ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Se han incluido equipos de protección contra incendios, protecciones individuales y equipos de protección frente a gases nocivos.

8. LÍNEA PIEZOMÉTRICA

El cálculo hidráulico de los distintos elementos sirve para determinar la disposición y el dimensionamiento interno de los diferentes elementos y obras que componen la E.D.A.R.

El estudio hidráulico para obtener la línea piezométrica, se ha realizado sobre la base de fórmulas específicas para cada accidente hidráulico, adoptando márgenes de seguridad que garanticen el buen funcionamiento.

La ecuación básica utilizada en todos los cálculos hidráulicos a presión en régimen permanente es la ecuación de conservación de la energía o ecuación de Bernoulli, adaptada a las hipótesis básicas del flujo.

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H_{1-2} + \Delta H_\lambda$$

Siendo:

Z_i Cota de solera en la sección transversal y respecto a una cota de referencia.

p_i Presión relativa en la sección i .

α_i Coeficiente que tiene en cuenta la distribución no uniforme de la velocidad en la sección transversal i .

V_i Velocidad media del flujo en la sección transversal i .

ΔH_{1-2} Pérdida de energía entre las secciones transversales i y $i+1$ debido al rozamiento a lo largo de la tubería entre ambas secciones. (Pérdidas Lineales)

ΔH_{λ} Pérdida de energía entre las secciones transversales i y $i+1$ debido a la presencia de fenómenos locales originados por cambios en la alineación de la tubería, por cambios en la sección de la tubería, por la presencia de emboques y desemboques y por la presencia de elementos que puedan obstaculizar o alterar las condiciones del flujo, como es el caso de válvulas o derivaciones. (Pérdidas Localizadas)

El proceso que se ha llevado a cabo ha sido calcular por separado las pérdidas de carga en los elementos hidráulicos más importantes con objeto de completar un cuadro en el que siguiendo la línea de agua, paso a paso, se obtenga la línea piezométrica.

.En el “Anejo N°3. Dimensionamiento hidráulico” se desarrolla el dimensionamiento hidráulico de la instalación, de esta manera quedarán determinadas las cotas de las láminas de agua en los siguientes elementos que integran la depuradora:

ELEMENTOS DEL PROCESO		PERDIDA DE CARGA	COTA DE AGUA
Arqueta de llegada	m		-2,43
Pozo de gruesos y desbaste	m	0,02	-2,45
Agua bombeada	m	-	1,94
Agua en canal de tamizado	m	0,06	1,88
Agua en canal desarenado	m	0,04	1,84
Cota de agua aguas abajo del vertedero del desarenador	m	0,25	1,59
Arqueta de alivio	m	0,08	1,51
Tanque de tormentas	m	0,17	1,34
Reparto a biológico		0,29	1,22
Cota aguas abajo del vertedero de la arqueta	m	0,11	1,11
Reactor biológico	m	0,13	0,98
Decantador Secundario	m	0,19	0,79
Arqueta de salida de agua tratada	m	0,17	0,62
Cota de agua aguas abajo del vertedero de la arqueta	m	0,11	0,51
Cota de agua en vertido	m	0,03	0,48

Todas las cotas de lámina de agua son relativas respecto a la cota de explanación del terreno y están expresadas en metros.

9. OBRA CIVIL

9.1. INTRODUCCIÓN

En los capítulos precedentes se han comentado las principales características de la solución propuesta con respecto al proceso de tratamiento. En este capítulo se comentarán los principales aspectos de la solución con respecto a la obra civil.

En el Anjeo nº6 se desarrollan las características estructurales de la E.D.A.R.

9.2. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

Las instalaciones correspondientes a la nueva EDAR de Robledillo de la Jara se ejecutarán en el espacio previsto para ello que se corresponde con la parcela 172 del polígono 1 del término municipal.

Dicha parcela tiene una superficie aproximada de 3.780 m², ocupando las obras a ejecutar únicamente una superficie aproximada de 1.943 m².

9.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Como es habitual en las Estaciones Depuradoras, las estructuras correspondientes a la línea de agua ocupan una gran superficie con alturas de agua entre los 3 y 6 metros, lo que transmite al terreno tensiones del orden de 0.3 a 0.8 Kp/cm², caso de tratarse de cimentación directa.

Todos los aparatos de ambas depuradoras realizan su cimentación directamente mediante una losa armada.

En los edificios se ha realizado una cimentación por zapatas sobre el terreno natural o sobre terraplén con material de préstamos cuando la plataforma de la EDAR se eleva sobre el terreno natural.

El proceso a seguir para llevar a cabo el movimiento de tierras se resume a continuación.

- a) Desbroce general de la parcela, eliminando si fuera preciso la capa superficial alterada o de mala calidad.
- b) Excavación general de la parcela hasta alcanzar la cota de urbanización, prosiguiendo la excavación en las zonas de aparatos que cimentan por debajo de la cota del terreno natural hasta alcanzar la cota de cimentación de cada uno de ellos. A partir de ahí se procederá a la ejecución de las soleras. En el caso de que la cota de urbanización estuviera por encima del terreno natural, se procederá al vaciado en las zonas de aparatos, extendiendo el terraplén una vez concluidos los mismos.
- c) Ejecución de las diversas fábricas, rellenando el trasdós con material seleccionado procedente de la excavación o de préstamos hasta alcanzar el nivel de urbanización o de cimentación de los edificios o aparatos más superficiales.
- d) Terraplén con material seleccionado de la excavación o de préstamo hasta alcanzar el nivel de urbanización, cuando sea preciso.

9.4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Con las indicaciones recogidas en el apartado anterior la solución adoptada en ambas depuradoras queda compuesta por los siguientes elementos, todos ellos diseñados en hormigón armado:

A.- Línea de Agua

- Llegada, predesbaste y bombeo de agua bruta. El pozo de gruesos y bombeo se ejecuta con muros de hormigón armado y solera del mismo material.
- A continuación del desbaste se encuentra el desarenado rectangular aereado de 0,80 m de ancho y 4,00 m de largo.
- El tanque de tormentas es un depósito rectangular de 2,15 m de ancho y 2,80 m de longitud recta. La cimentación del tanque de tormentas se resuelve mediante losa continua apoyada sobre el terreno.
- El tratamiento biológico y la decantación forman un único aparato de planta circular (2ud), estando el decantador en la zona interior y el reactor biológico en un canal exterior.
- La arqueta de agua tratada está resuelta con una losa de 0,40 m. y muros de 0,30 m. de espesor.

B - Línea de Fangos

La línea de fangos queda constituida por los siguientes elementos:

- Un espesor de 4,00 m. de diámetro y 3,60 metros de altura recta con una cubierta de PRFV que evita la emisión de olores.

9.5. EDIFICACIÓN

Se ha proyectado un único edificio industrial de una sola planta que alberga las instalaciones de bombeo, desbaste, desarenado, sala de soplantes, sala de CCM, sala de control y zona de vestuario y aseos. Los edificios de proceso están divididos en dos zonas cuyas características se exponen a continuación:

- Zona de bombeo, desbaste y desarenado: 204 m² y 5,75 m de altura libre
- Zona de soplantes, control y personal: 84 m² y 5,75 m de altura libre
- Estructura: pilares y pórticos de hormigón armado HA-30, cimentados sobre zapatas del mismo material.
- Cubierta: Inclinada de teja curva, sobre forjado de placas alveolares de 30 cm de canto.
- Cerramiento: Bloque de hormigón acabado exteriormente con pintura tipo Feb-rebeton.
- Solados: Pavimento industrial antideslizante en pretratamiento, terrazo en sala de control y gres en zona de aseos y vestuario.
- Interiores: Enfoscado y pintura plástica. En la zona de soplantes se ha previsto una insonorización mediante ladrillo perforado. Alicatado con azulejos en zona de aseos y vestuario.
- Carpintería: Metálica en puertas correderas, basculantes o plegables. Madera en ventanas exteriores acristaladas con vidrio tipo climalit.

9.6. TUBERÍAS

Las tuberías diseñadas en el presente proyecto son:

- Colector de agua bruta: La conducción de llegada a planta se ejecuta en tubería de hormigón armado de diámetro Ø400 mm.
- La línea de agua: Se realiza en su mayor parte en tubería de acero inoxidable AISI-304, a excepción de las tuberías a obra de reparto a tanque de tormentas que se ejecutan en fundición dúctil y las tuberías correspondientes a los by-pass generales y las salidas de agua tratada que se ejecutan en PVC corrugado de diámetro Ø400 mm.
- La línea de fangos: Está proyectada en acero inoxidable AISI-304, a excepción de los bombeos de fangos en exceso que se ejecutarán en PEAD.
- El vaciado del espesador se prevé en acero al carbono, las salidas de flotantes se ejecutarán en acero inoxidable AISI-304 y las impulsiones de flotantes en PEAD.
- La red de aire se ejecutará en acero inoxidable AISI-304.
- Por último las redes de pluviales están diseñadas con tubería de PVC de diámetro Ø316, disponiéndose tantos absorbaderos como sean necesarios.

9.7. URBANIZACIÓN

➤ *Viales:*

Se ha previsto un vial entre la zona de pretratamiento y espesamiento de fangos y el resto de las operaciones unitarias, que permite el acceso a todas las instalaciones, así como las maniobras de explotación y mantenimiento.

Los viales a construir se han proyectado con un ancho de 5 metros. Se propone un firme de sección s 5 cm. de mezcla bituminosa en caliente, sobre una base de 20 cm. de zahorra artificial y una subbase de 20 cm. de zahorra natural. El cajeadado se realiza sobre el terreno. La superficie total de viales a realizar es de 406 m².

El perímetro de los viales se limita con bordillo. Adosado a este bordillo y desde el camino de acceso hasta el edificio de proceso se coloca una acera de 1,20 m de ancho con baldosa hidráulica de 20x20 cm.

➤ *Cerramiento:*

Se prevé tanto el cerramiento de la totalidad de la parcela, como el cerramiento de la superficie ocupada por las nuevas instalaciones, que estará constituido por zapata corrida de hormigón HM-20 sobre la que se asienta un muro de hormigón HM-20 de 60 cm de altura y 20 cm de espesor que sustenta una valla de 2 metros de altura con malla metálica galvanizada de doble torsión con postes cada 3 m. Se han dispuesto sendas puertas automáticas para acceso peatonal y de vehículos a la planta, de 1,0 y 5,0 m respectivamente.

➤ *Jardinería:*

A lo largo del cerramiento de la parcela se ha dispuesto un seto pantalla árbol tipo cupressus arizónica, 1-2 m de altura a razón de 2 ud/ml, incluso tierra vegetal y abono.

En las zonas no ocupadas por aparatos y viales, se ha previsto la plantación de césped sobre tierra vegetal con una superficie de ocupación de 783 m². Igualmente se ha previsto la plantación de 6 árboles de 3,0 m de altura. En la zona ajardinada se realizará la correspondiente red de riego.

➤ *Red de pluviales:*

La red de pluviales está diseñada con tubería de PVC de diámetros 315 mm y con pozos prefabricados de hormigón. Se han dispuesto los necesarios absorbaderos.

9.8. CAMINO DE ACCESO

Para acceder a las nuevas instalaciones de la planta diseñada se utilizará el camino de acceso existente “camino del Molino de Villar” indicado en los planos, previéndose su acondicionamiento para que sean compatibles con el uso previsto.

Se proyecta la pavimentación de 780 m de camino a base de extendido de zahorra artificial y mezcla bituminosa en caliente.

10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Para el diseño de los equipos eléctricos y de control, se adoptan como criterios básicos la operatividad y sencillez de explotación, incorporando todos aquellos automatismos que, de acuerdo con nuestra experiencia en este tipo de plantas, consideramos necesarios para el funcionamiento racional de la instalación.

En esencia, para garantizar el suministro eléctrico de fuerza, mando y control de todos los elementos electromecánicos que componen la depuradora, serán necesarias las siguientes instalaciones eléctricas:

- Línea de acometida en media tensión
- Centro de transformación
- Instalación en Baja Tensión.

En el *Anexo nº7* se detallan las características de cada uno de los elementos.

10.1. ACOMETIDA EN M.T. A 20 KV

La energía eléctrica necesaria para la estación depuradora se tomará de la línea de M.T. más cercana a la EDAR, mediante una conversión aéreo subterránea.

La acometida se realizará con una conducción subterránea hasta el Centro de Seccionamiento de la EDAR, con una longitud de 552 m..

10.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN

El Centro de Seccionamiento y Transformación de la EDA estará ubicado junto al límite de la parcela de la EDAR, para facilitar el acceso desde el exterior de la planta y se instalará en una caseta tipo prefabricada, con unas dimensiones aproximadas de 9.600 x 2.620 x 2.595 mm.

El centro de transformación objeto del presente proyecto, se compone de:

- Un entronque aéreo subterráneo con la maniobra y la protección en el lado de alta tensión
- Centro de seccionamiento
- Centro de transformación
- Una envolvente prefabricada compacta para alojar el transformador, las protecciones y la medida en baja tensión.

10.3. COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Al objeto de corregir el Cos de ϕ de las instalaciones (se ha supuesto un valor de 0,8) y aumentarlo hasta un valor de 0,95, con el fin de obtener una bonificación por el complemento de energía reactiva (bonificación del 4 %), se han propuesto la instalación de una batería de condensadores.

10.4. CUADRO DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

Existe un cuadro eléctrico de distribución en la EDAR. Está montado junto al centro de transformación, en un local anexo e independiente, y se alimentarán directamente de las bornas de B.T. de los transformadores, mediante interruptores automáticos tetrapolares motorizados con protección diferencial.

10.5. CENTROS DE CONTROL DE MOTORES (CCM'S)

Se instalará un CCM en la EDAR. Este centro de control de motores es el que aloja toda la aparamenta necesaria para alimentar, controlar, señalizar, enviar y recibir señales para el mando por autómatas del grupo de motores sobre los cuales tienen influencia. Asimismo, se alojará el aparellaje necesario para alimentar a otros cuadros y servicios auxiliares de planta.

10.6. INSTALACIÓN DE FUERZA, MANDO Y CONTROL

La instalación incluirá todos los elementos necesarios, tales como cables, bandejas, tubos eléctricos, puestos de mando local y accesorios, para la instalación de cada uno de los equipos de electricidad e instrumentación.

- CAMINOS DE CABLES: Se utilizarán como caminos de cables bandejas y tubos.
- BANDEJAS: Cuando el número de cables lo aconseje, se instalan bandejas de PVC con tapa. Todos los soportes y demás accesorios de la bandeja serán del mismo fabricante de la bandeja.

En general, se instalarán dos bandejas, una para líneas de fuerza y otra para señales analógicas, separadas a una distancia mínima de 20 cm. Las líneas de control podrán ir por cualquiera de ellas.

El llenado de bandejas tendrá, como mínimo, un 30% de espacio libre.

- **TUBOS:** Los tubos empleados serán de PVC para montaje superficial, tipo métrica.

El tubo flexible para acceder a los equipos (aproximadamente 0,5 m) será metálico, con cubierta de PVC.

Los conductores no llenarán más del 40% del área de la sección transversal interior de los tubos.

- **CAJAS DE DERIVACIÓN Y PRENSAESTOPAS:** Serán de PVC. El acceso se realizará siempre por la parte inferior, utilizando prensaestopas o racores, según el caso.

Todos los prensaestopas y racores serán de PVC o poliamida, excepto en instalaciones antideflagrantes que serán de latón.

- **BOTONERAS EN CAMPO:** En general, la instalación está prevista para la operación de la planta desde los cuadros de maniobra (CCMs).

Se instalarán a pie de máquina botoneras con conmutador marcha-paro automático (abrir - cerrar - paro - automático en caso de compuertas) y pulsador de parada de emergencia, tipo seta.

Todas las botoneras de campo se instalan en cajas estancas de PVC, grado de protección mínimo IP-65, fijadas a unos pies o soportes.

- **LÍNEAS DE FUERZA, MANDO Y CONTROL:** Los cables de fuerza y mando serán tipo apantallados para señales analógicas y a salidas de variador de frecuencia.

Las secciones mínimas son:

♦ Fuerza	2,5	mm ²
♦ Control	1,5	mm ²
♦ Señales analógicas	1,5	mm ²

Todos los cables hasta 2,5 mm² son CLASE 5, y para secciones superiores CLASE 2.

Los cables de potencia irán por conductos separados del resto de los cables.

Las secciones de las líneas de alimentación a motores se sobredimensionan en un 25%.

No se admitirán empalmes en todo el recorrido de los cables.

Las pantallas de cobre trenzado para protección electrostática de los cables de señales analógicas estarán puestas a tierra en un único punto y las de variadores de frecuencia en dos puntos.

Todos los cables deberán ser ordenados y peinados en las bandejas, debiendo fijarse correctamente con bridas de poliamida.

Las mangueras, a su llegada al CCM, deberán ser soportadas, con el objeto de evitar esfuerzos en las bornas de conexiones. Las salidas de cables del CCM se realizarán a través de prensaestopas de poliamida.

Todas las mangueras se identificarán mediante etiquetas indelebles en ambos extremos, antes del pelado de los cables. Además, todos los conductores se identificarán en sus conexiones con anillos numerados.

Los terminales serán del tipo preaislados, hasta 6 mm², engastados con herramientas adecuadas.

Los terminales de mayor sección se protegerán con tubos aislantes termo-retráctiles.

10.7. TIERRAS

Se han previsto varios sistemas de tierras independientes entre sí en la EDAR, y son:

- Tierras para los Centros de Seccionamiento.
- Tierras para los Centros de Transformación.
- Tierras para los neutros de los transformadores.
- Tierras para la instalación de B.T. de equipos eléctricos de resistencia inferior a 10 Ohm.
- Tierras para los PLC's e instrumentación de resistencia inferior a 2 Ohm.

La instalación de tierras comprende la red enterrada y la red aérea de los conductores de protección.

Se instalará 1 Pararrayos atmosférico en la EDAR.

Cada red enterrada incluye picas enterradas, unidas entre sí con cable desnudo de cobre de 50 mm² de sección, así como registros con tapas para verificación y puente de comprobación.

10.8. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

CUADROS DE ALUMBRADO

Para la EDAR la instalación está compuesta por un cuadro general de alumbrado, ubicado en el edificio de la planta y cuadros locales de alumbrado y fuerza y alumbrado exterior.

ALUMBRADO EXTERIOR

Se han diseñado a base de luminarias con alojamiento de equipo y cierre de policarbonatos antivandálico, de 150 W, de VSAP, protección IP-65. Estarán instaladas sobre báculos de 8 m., en viales y sobre brazo mural de 1 m y 15°, en edificios.

El nivel de iluminación medio previsto es de 20 lux.

El armario general de alumbrado contendrá, además de magnetotérmico general y un analizador de red, un programador horario y un interruptor fotoeléctrico regulable a 20 lux.

ALUMBRADO INTERIOR

La iluminación de los edificios de zonas industriales se realizará mediante luminarias estancas, provistas de lámparas fluorescentes de 2 x 36 W, con equipo de encendido electrónico.

Asimismo, se han previsto tomas de corrientes trifásicas y monofásicas, para alimentación a servicios auxiliares.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Dicha iluminación se utiliza en puertas, escaleras, pasillos y, en general, en zonas de escape y con cuadros o equipos en los que hubiera que realizar algunas inspecciones o medidas.

El sistema de alumbrado de emergencia estará formado por luminarias autónomas, compuestas por difusor de vidrio, acumulador estanco de níquel-cadmio con cargador, que asegure la recarga de los acumuladores en menos de 24 horas.

El nivel de iluminación medio será de 5 lux.

11. SISTEMA DE CONTROL DE LA EDAR

En el *Anjeo nº8* se detallan las características de los equipos de instrumentación y control a implantar para este tipo de instalación.

11.1. INSTALACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

El objetivo de la implantación de un sistema de control es facilitar explotación y mantenimiento de la planta.

La instalación suele estar centralizada en un edificio de control desde el que se monitorizan y controlan los parámetros de la E.D.A.R.

Se basa en el desarrollo de un sistema integrado de supervisión, control y automatización de plantas de tratamiento de agua residual. Con dicha solución se obtienen grandes mejoras con respecto a una explotación tradicional: Ahorro de energía, disponibilidad del personal para tareas de reparación, mantenimiento y mejoras de explotación, al evitar que realicen tareas rutinarias de proceso.

El sistema de control permitirá el funcionamiento automático de la estación de tratamiento con la máxima fiabilidad, facilitará al personal encargado de la explotación y gestión de la planta toda la información precisa para conocer el estado de la estación y permitirá que se pueda actuar sobre el proceso.

11.1.1. COMPONENTES DEL SISTEMA

La instalación de automatización y control prevista contempla la instalación de los siguientes elementos:

➤ **Hardware:**

- Autómatas Programables (PLC): Automatiza procesos de la planta
 - Entradas
 - Digitales: Sensor, boya,..
 - Analógicas: Medidor de Q
 - Salidas:
 - Digitales: Contactor,..
 - Analógicas: Variador de frecuencia
- PC
- Cuadro Sinóptico: Muestra de forma rápida e intuitiva el estado de funcionamiento de la planta

➤ **Software: SCADA**

11.1.2. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC'S)

Cada PLC incorporará las tarjetas de entradas y salidas tanto digitales como analógicas precisas para la tarea a realizar.

Los PLC's de proceso realizarán los siguientes trabajos.

- Recepción de información del estado (funcionando, parada sin incidencia, parada por disparo de las protecciones) y modo de funcionamiento (manual o automático) de cada máquina.
- Arranque y parada automáticos de máquinas, de acuerdo con las lógicas programadas.
- Comunicación con el sistema de control, para transmisión de información y recepción de órdenes si procede.

Cada PLC irá instalado en un cuadro independiente, construido en chapa de acero, con grado de protección será IP54 y registrable mediante puertas con cerradura. Las puertas serán de policarbonato transparente para que puedan verse los led's del PLC.

11.1.3. EQUIPO DE SUPERVISIÓN (PC)

El equipo de supervisión estará compuesto por un ordenador PC con el programa Scada adecuado y dos impresoras, una de ellas para la impresión de alarmas e incidencias, y la otra para gráficas e informes históricos.

En cuanto a las impresoras, ambas serán del tipo chorro de tinta, la de gráficos e históricos en color, y la de alarmas, monocolor

11.1.4. PROGRAMA DE GESTIÓN (SOFTWARE)

El programa de supervisión será un paquete de software Standard, particularizado para este caso concreto.

El programa permitirá lo siguiente:

- Conocer en cada momento el modo de funcionamiento de cada máquina (manual, automático, etc.).
- Conocer en cada momento el estado de cada máquina (marcha, parada sin incidencia, parada por disparo de las protecciones, compuerta o válvula abierta o cerrada, etc.).
- Valor instantáneo de las variables analógicas del proceso.
- Gestión de alarmas.
- Confección de gráficos e informes históricos.
- Control de horas de funcionamiento de cada máquina.
- Maniobra de las máquinas y modificación de las consignas que se estimen oportunas.

11.1.5. MODOS DE FUNCIONAMIENTO PREVISTOS

Según las máquinas de que se trate, se prevé para ellas solo el modo de funcionamiento manual, o el manual y automático, siendo las particularidades de cada modo las que se describen a continuación.

- La característica esencial del **funcionamiento manual** será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) será tomada a su voluntad por el operador, ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (botoneras, potenciómetros, etc.), y ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc.).
- En cuanto al **funcionamiento automático**, su característica esencial será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) será tomada por el PLC, transmitida al sistema por medio de salidas digitales y analógicas, y ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc) sin intervención del operador.
- Puesto que se contempla la instalación de un PC de gestión, comunicado con el PLC cabrá la posibilidad del modo de **funcionamiento semiautomático**. En este modo, la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) será tomada a su voluntad por el operador, siendo ordenada al sistema mediante el teclado del PC, transmitida a la instalación de automatización a través del PLC conectado al anterior y ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc.).

Cualquiera sea el modo de funcionamiento, las maniobras estarán siempre limitadas por los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo.

La elección del modo de funcionamiento de una máquina cuando admita diversas posibilidades, se hará mediante el selector adecuado.

11.2. INSTRUMENTACIÓN

Para el correcto funcionamiento de la planta se propone la instalación de la instrumentación suficiente para obtener la información más relevante del proceso:

- Caudales: Entrada y salida de tratamiento de agua, recirculación de fangos, etc
- Presiones: Bombeos y presiones diferenciales.

- Niveles: Pozos de bombeo, depósitos de agua, y depósitos de tratamiento.
- Temperaturas: Bobinados de motores, agua de en distintos puntos del tratamiento.
- Análisis: Conductividad, pH, potencial redox, turbidez.
- Alarmas: Por niveles, presiones altos o bajos, ph, presión diferencial en filtros, parada de motores por enclavamiento etc...
- Indicadores: Se instalarán indicadores locales de temperatura, caudal y presión.

Los equipos de instrumentación habituales en una E.D.A.R. son:

- Medidores de caudal
- Medidores de nivel ultrasonidos
- Sondas de nivel
- Medidor de pH y T^a
- Medidor de O₂
- Medidor Redox

En el *Anjeo n°8* se detallan las características de los equipos de instrumentación y control a implantar para este tipo de instalación.

Los equipos de instrumentación propuestos para esta EDAR, son los siguientes:

Obra de llegada

- 1 Ud. Medidor de nivel tipo radar
- 1 Ud. Medidor de pH.
- 1 Ud. Medidor de temperatura.

Medida caudal agua pretratada

- 1 Ud. Medidor electromagnético.

Medida caudal a tratamiento biológico

- 1 Ud. Medidor electromagnético

Tratamiento biológico

- 2 Ud. Medidor potencial redox.
- 2 Ud. Medidor oxígeno disuelto.

Medida de caudal de aire a biológico

- 2 Ud. Transmisor de presión
- 2 Ud. Medidor de caudal másico

Recirculación de fangos

- 2 Ud. Medidor electromagnético.

Fangos en exceso

- 1 Ud. Medidor electromagnético.

Espesador de gravedad

- 1 Ud. Medidor de nivel tipo radar

Agua tratada

- 1 Ud. Medidor electromagnético.

Todos los medidores tienen asociados un indicador digital en el correspondiente cuadro eléctrico.

12. PUESTA EN MARCHA Y EXPLOTACIÓN

El proyecto de la planta debe realizarse teniendo presente su futura explotación, la cual así mismo debe llevarse a cabo conforme a los conceptos de proyecto. En el Anejo nº 4 del presente proyecto se incluye por tanto un estudio de explotación de la E.D.A.R. que constituirá una de las principales herramientas para su puesta en marcha, explotación y mantenimiento. Su objetivo será facilitar los conocimientos adecuados para el correcto funcionamiento de los diferentes procesos y las técnicas de explotación recomendadas.

13. IMPACTO AMBIENTAL

Una vez elaborado el Estudio de Impacto Ambiental, presentado en el Anejo Nº9 del presente proyecto, y apostando por una rigurosa formación ambiental del personal operario y una estricta aplicación de las medidas precautorias en la gestión de la ejecución de las obras, se llega a las siguientes conclusiones:

- No hay ninguna acción concreta del proyecto que origine impacto ambiental crítico o severo.
- El impacto negativo de mayor consideración que se ha identificado es la presencia de las edificaciones de la E.D.A.R. Las acciones más importantes derivadas del funcionamiento del sistema de depuración son las que realmente justifican la necesidad de la construcción de la nueva E.D.A.R.
- Entre los impactos positivos cabe considerar el objetivo mismo del proyecto, es decir, la depuración del agua residual. Con ello se conseguirá una mejora en el saneamiento del área de Robledillo de la Jara, así como una mejora en la calidad de la red fluvial asociada.

14. VALORACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Uno de los asuntos importantes que más tiempo requiere son las mediciones y la valoración de los costos del proyecto.

Para estimar el precio de los equipos su valoración ha de incluir dos conceptos, uno que será el costo del suministro de los equipos en cuestión y otro que será el costo del montaje, transporte, etc. de los mismos.

Los precios unitarios se han obtenido de:

- Precios de ofertas para el proyecto en cuestión.
- Precios de pedidos de equipos similares próximos en el tiempo.

- Precios de la base de datos de costes utilizada para la elaboración de los costes de concurso.
- Precios de contratos de montaje de obras similares.

En el **“Documento N°4. Presupuestos”** se desarrolla la valoración de los equipos diseñados para la E.D.A.R. de Robledillo de la Jara.

A continuación se muestra un resumen de las especificaciones de los equipos más relevantes y los suministradores propuestos:

EQUIPO	FABRICANTE/ SUMINISTRADOR	MODELO	Nº UNIDADES	CARACTERÍSTICAS
ACELERADORES DE CORRIENTE	ABS	RW 3021-A15/6-EC-D01-1-BC	2	Sumergibles de 1,5 kW. (1 Ud. por balsa).
BOMBAS DE AGUA BRUTA	EGGER	T31-50 HF4 LB2	3+1	Caudal: 15 m³/h. Con variador de frecuencia (1 Ud.). Sumergibles
BOMBAS EXTRACCIÓN DE ARENAS	TURO	TV 41-50 SO8 LB3-2 “SP”	1	Caudal: 1,5 m³/h.
BOMBAS DE FANGOS EN EXCESO	ABS	AS 0630-S 22/4	1+1	Caudal: 5 m³/h. Sumergible.
BOMBAS DE FLOTANTES DECANTACIÓN SECUNDARIA	ABS	AS 0630-S 22/4	1+1	Caudal : 4 m³/h. Sumergible
BOMBAS DE RECIRCULACIÓN EXTERNA	ABS	AS 0630-S 13/4	2+1	Sumergibles de 11 m³/h. Con variador de frecuencia (2 Ud.)
BOMBEO CLORURO FÉRRICO	TIMSA	E00.0250 PP 10 FPG	2+1	Dosificadora de membrana de 0-25 l/h, con variador de frecuencia (3 Ud.)
BOMBEO DE FANGOS A CAMIÓN	ALBOSA	C1KC11RM	1	Caudal: 5 m³/h.
BOMBEO VACIADOS TANQUE DE TORMENTAS	ABS	AS 0630-S 22/4	1+1	Caudal: 5 m³/h. Sumergible.
CLASIFICADOR DE ARENAS	DAGA	MR37T-035	1	Caudal de tratamiento 25 m³/h. Máximo hidráulico: 50 m³/h.
COMPRESOR AIRE DE SERVICIOS	COMPAIR	PROpack 320/100 PM	1	Caudal de aire: 19,2 Nm³/h.
COMPUERTAS	DAGA	VARIOS	4	Manuales o motorizadas en AISI-316
CUCHARA BIVALVA	GALMEN	-----	1	Capacidad 50 l.
DECANTADORES SECUNDARIOS	DAGA	-----	2	Circulares de rasquetas de 7 m en Galvanizado.
DEPÓSITO ALMACENAMIENTO CLORURO FÉRRICO	TECNIUM	-----	1	Vertical de 1.000 l.
DESODORIZACIÓN	TECNIUM	-----	1	Carbón activo. Caudal: 6.500 m³/h.
ESPESADOR DE GRAVEDAD	DAGA	MR21N-0400	1	Circular de 4 m de diámetro, en AISI-304.

EQUIPO	FABRICANTE/ SUMINISTRADOR	MODELO	Nº UNIDADES	CARACTERÍSTICAS
GRUPO DE PRESIÓN AGUA DE SERVICIOS	IDEAL	-----	1	2 Bombas verticales de 9 m³/h y un calderín de membrana de 100 l.
LAMELAS	ECOTEC	FS 41.50	1	1 zona de decantación. Dim. zona lamelar: 2,8 x 2,15 m.
PARRILLAS DE DIFUSORES	SANITAIRE	-----	2	Circulares de membrana de 9". 1 parrilla con 28 difusores /parrilla (1 Ud. por línea)
POLIPASTO SALA SOPLANTES	VICINAY	ABK 201-2004 U	1	Eléctrico monorrail de 2.000 kg.
PUENTE GRÚA MONOCARRIL	VICINAY	-----	1	Capacidad: 2.000 kg.
PUENTE DESARENADOR-DESENGRASADOR	DAGA	-----	1	AISI-316. Dimensiones: 0,8 x 4 m.
REJA MANUAL DE GRUESOS EN POZO	DAGA	-----	1	AISI-316. Paso 50 mm.
SEPARADOR DE GRASAS	DAGA	MR08D	1	Caudal 35 m³/h.
SOPLANTES BIOLÓGICO	MPR	SEM 2 TR	2+1	Caudal 150/45 m³/h. Con variador de frecuencia (2 Ud.)
SOPLANTES DESARENADO	MPR	CL12/21	2	Caudal 65 m³/h.
TAMIZ AUTÓNOMO EN ALIVIO BY-PASS	ALBOSA	STORMSCREEN SC3A100064	1	AISI-316. Caudal: 63 m³/h. Paso: 6 mm.
TAMIZ DE FINOS TIPO ESCALERA	ABS	ROTOSCREEN RSM 7x30x3	2	AISI-304. Caudal: 61 m³/h. Paso: 3 mm.
TORNILLO RANSORTADOR DE RESIDUOS	NUTECO	-----	1	AISI-316. Capacidad: 1,5 m³/h.
VARIADORES DE FRECUENCIA	SCHNEIDER	-----	8	Varios (1 Ud de 1,1 kW + 2 Uds de 4 Kw + 3 Uds de 0,37 kW + 2 Ud de 1,5 kW.....)
VENTILADORES	SODECA	VARIOS		Extractor helicoidal (1 de 5.300 m³/h +

15. DOCUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PORYECTO

I. OBJETO Y CONTENIDO DEL PROYECTO

II. FUNDAMENTOS DE LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS

III. DISEÑO MECÁNICO E HIDRÁULICO DE UNA E.D.A.R.

MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJO Nº1.	DATOS BÁSICOS
ANEJO Nº2.	DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL
ANEJO Nº3.	DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO
ANEJO Nº4.	ESTUDIO DE EXPLOTACIÓN
ANEJO Nº5.	PLAN DE OBRA Y PROGRAMA DE TRABAJOS
ANEJO Nº6.	CARACTERIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE OBRA CIVIL
ANEJO Nº7.	CARACTERIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
ANEJO Nº8.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL
ANEJO Nº9.	ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL
ANEJO Nº10.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PLANOS

PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PRESUPUESTOS

IV. REFERENCIAS

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

E.D.A.R. ROBLLEDILLO DE LA JARA

1.- INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es indicar las variables de Proyecto que se consideran de interés en la definición de los distintos procesos u operaciones unitarias que puedan integrarse en una línea de tratamiento.

2.- DATOS BÁSICOS

2.1 Características del influente

Nº de habitantes equivalentes de diseño	1.082
Caudal medio diario (m³/día)	294
D.B.O.5 media (mg/l)	221
D.B.O.5 (kg/día)	65
S.S.T. media (mg/l)	277
S.S.T. (kg/día)	81
N.T.K. media (mg/l)	41
P-P total (mg/l)	7

Caudal medio (m³/h)	12,24
Caudal máximo en colectores (m³/h)	150,65
Caudal máximo en pretratamiento (m³/h)	36,72
Caudal máximo en biológico (m³/h)	30,13

2.2 Características del agua tratada en el biológico

-D.B.O.5 (mg/l)	25,00
-S.S.T. (mg/l)	35,00
-DQO (mg/l)	125,00
-N-N Total (mg/l) (A 14°C)	15,00
-P-Ptotal (mg/l)	2,00

2.3 Características del fango

-Sequedad fango espesado (% M.S.)	>22
-Porcentaje de solidos remanente (%)	<55

3.- COLECTOR DE LLEGADA A LA E.D.A.R

Diámetro (mm)	400,00
Longitud (m)	780,21
Tipo de material	Hormigón

4.- PRETRATAMIENTO.

4.1 Pozo de gruesos y reja de protección del bombeo

Pozo de gruesos

-Volumen (m3)	11,65
---------------	-------

El pozo de gruesos irá dotado de una cuchara bivalva de 50 l.

Reja de protección del bombeo

-Tipo de reja	Limpieza manual
-Paso de reja (mm)	50,00

Tamizado con limpieza automática de los alivios

-Longitud del vertedero	1,50
-Tipo de alivio	Vertedero
-Ubicación del vertedero	Pozo de gruesos
-Nº de líneas en funcionamiento con limpieza automática	1,00
-Caudal máximo hidráulico (m³/h)	619,00
-Paso de malla (mm)	3,00

El tamizado se instalará en el vertedero de alivio

4.2 Bombeo de agua bruta.

-Nº de bombas en servicio	3,00
-Nº de bombas en reserva	1,00
-Tipo de bomba	Centrifuga horizontal
-Caudal unitario (m³/h)	15,00
-Altura manométrica adoptada (mca)	4,54

La regulación del bombeo de agua bruta se realiza con variadores de frecuencia y un medidor ultrasónico de nivel

4.3 Desbaste de sólidos

Tamizado con limpieza automática

-Tipo	Tamiz de finos tipo escalera
-Nº de líneas totales limpieza automática	2,00
-Nº de líneas en funcionamiento con limpieza automática	1,00
-Paso de malla (mm)	3,00
-Forma de extracción de residuos:	Vertido en contenedor

4.4 Desarenado-Desengrase

Definición y datos de funcionamiento

-Tipo	Desarenador-desengradador aireado
-N° de líneas en funcionamiento	1,00
-Ancho total del desarenador (m)	2,00
-Longitud del desarenador (m)	4,00
-Superficie real de cada línea (m²)	8,00
-Sección transversal (m²)	4,00
-Volumen unitario desarenador (m³)	16,00
-Destino arenas	Clasificador de arenas
-Destino grasas	Separador de grasas

Sistema de aeración

-Tipo de aeración	Soplantes
-N° soplantes en servicio	1,00
-N° soplantes en reserva	1,00
-Caudal de la soplante (Sm³/h)	65,00

Bombeo de arenas

-N° de horas de bombeo de agua-arena	12,00
-N° de bombas de arena	1,00
-Capacidad adoptada de la bomba de arenas (m³/h)	1,50

Medida de caudal de agua pretratada

-Tipo de medida	Electromagnetico
-Ubicación	Tuberia
-Diametro de la conduccion (m)	0,15
-Diametro del medidor (m)	0,15

5.- ALIVIO DE CAUDALES Y TANQUE DE TORMENTAS

5.1 Alivio y regulacion de caudales

Arqueta de alivio

-Tipo de alivio	Vertedero
-Ubicación del vertedero	Arqueta alivio
-Longitud del vertedero	0,70

Regulacion y medida de caudal de agua a biologico

-Tipo de medida	Electromagnetico
-Ubicación	Tuberia
-Diametro de la conduccion (m)	0,125
-Diametro del medidor (m)	0,125
-Tipo de regulación	Valvula guillotina
-Diametro de la valvula (m)	0,125

5.2 Tanque de tormentas

-Tipo de decantador	Decantador Lamelar
-Nº de líneas	1,00
-Longitud del decantador (m)	2,80
-Anchura del decantador (m)	2,15
-Superficie total en planta de decantación (m²)	6,02
-Altura total decantador (m)	4,20
-Tipo de lamelas	Nido abeja
-Inclinación de las lamelas	60,00

Vertederos de salida

-Nº de vertederos dobles por decantador	2,00
-Longitud total de vertedero (m)	8,60

5.3 Bombeo de agua retenida y/o fango

-Nº de bombas en servicio	1,00
-Nº de bombas en reserva	1,00
-Capacidad de la bomba adoptada (m³/h)	5,00
-Tipo de bomba	Sumergible
-Altura manométrica adoptada (mca)	7,00
-Diámetro de la impulsión individual (m)	0,065

6.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO

6.1 Datos básicos

-Tipo de reactor	Nitrificación-desnitrificación con posibilidad de eliminación de fósforo
-Número de líneas	2,00
-Altura de agua (m)	3,32
-Tipo de reactor	Circular
-Diametro del reactor (m) (m)	12,00

6.2 Recirculación de fangos

Recirculación externa

-Número de bombas en servicio	2,00
-Número de bombas en reserva	1,00
-Caudal unitario (m³/h)	11,00
-Altura manométrica (m.c.a.)	3,00

Recirculación interna

-Nº de aceleradores de corriente por línea	1,00
-Potencia instalada unitaria (kW)	0,90

6.3 Oxigenación con soplantes y difusores

Aireación mediante parrillas

-Tipo de difusor	EPDM 9"
-Nº de zonas de difusores en zona aeración	1,00
-Longitud de la zona (m)	2,50
-Nº parrillas tipo por línea	1,00
-Nº de filas por parrilla	7,00
-Nº de difusores s por parrilla	28,00

Capacidad de los equipos de producción de aire

-Nº de soplantes en servicio	2,00
-Nº de soplantes en reserva	1,00
-Caudal unitario máximo de la soplante (Sm³/h)	150,00
-Potencia instalada de la soplante (kw)	4,00

6.4 Eliminación de fósforo

Instalación de cloruro férrico

-Nº de depósitos	1,00
-Volumen unitario (m³)	1,00
-Nº de bombas dosificadoras en servicio	2,00
-Nº de bombas dosificadoras en reserva	1,00

7.- DECANTACIÓN SECUNDARIA

7.1 Definición de decantadores

-Nº de líneas	2,00
-Diámetro (m)	7,00
-Superficie adoptada unitaria (m²)	38,47
-Calado en el borde del vertedero (m)	3,11
-Volumen del decantador (m³)	119,63
-Longitud del vertedero (m)	21,99

8.- DEPOSITO DE AGUA TRATADA

-Volumen necesario del depósito (m³)	20,00
-Longitud del depósito (m)	2,50
-Ancho del depósito (m)	2,50
-Altura de agua (m)	3,20
-Volumen del depósito (m³)	20,00
-Tiempo medio de retención a caudal medio (h)	1,63
-Salida del deposito	Por vertedero
-Longitud del vertedero (m)	2,50

9.- PRODUCCIÓN DE FANGOS EN EXCESO Y BOMBEO

-Número de bombas en servicio	1,00
-Número de bombas en reserva	1,00
-Caudal bomba (m³/h)	5,00
-Diámetro de la conducción individual (m)	0,08

10.- ESPESAMIENTO DE FANGOS BIOLÓGICOS

-N° de espesadores	1,00
-N° de depósitos	1,00
-Diámetro (m)	4,00
-Volumen (m³)	46,91

10.- DESODORIZACION POR CARBON ACTIVO

-Volumen total a desodorizar (m³)	25,13
-N° de ventiladores	1,00
-Caudal del ventilador (m³/h)	6.500,00

DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL

INTRODUCCIÓN

En este documento se lleva a cabo el dimensionamiento funcional de los equipos de la E.D.A.R. Para una mejor comprensión se ha dividido el documento en dos partes, en la primera se incluye una introducción al dimensionamiento de depuradoras y en la segunda parte se desarrolla el cálculo de los equipos propuestos.

DIMENSIONAMIENTO PARTE I:
INTRODUCCIÓN AL DIMENSIONAMIENTO DE DEPURADORAS DE
AGUAS RESIDUALES URBANAS

**INTRODUCCIÓN AL DIMENSIONAMIENTO DE DEPURADORAS DE AGUAS
RESIDUALES URBANAS**

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	MARCO LEGAL	2
3.	BASES DE PARTIDA	3
3.1	POBLACIÓN DE DISEÑO.....	4
3.2	DOTACIÓN.....	5
3.3	CAUDALES.....	6
3.4	CARACTERÍSTICAS DE LA CONTAMINACIÓN	7
3.5	RESULTADOS A OBTENER	8
4.	TRATAMIENTO PROPUESTO.....	9
4.1	LÍNEA DE AGUA RESIDUAL	10
4.2	LÍNEA DE FANGOS.....	13
4.3	DIAGRAMA DE FLUJO	15
5.	CONDICIONES A CUMPLIR EN LAS OPERACIONES UNITARIAS	16
5.1	OBRA DE LLEGADA.....	16
5.2	PRETRATAMIENTO	19
5.3	TRATAMIENTO PRIMARIO	28
5.4	TRATAMIENTO SECUNDARIO	34
5.5	DESINFECCIÓN DEL EFLUENTE	51
5.6	ESPEZAMIENTO DE FANGOS.....	52
5.7	ESTABILIZACIÓN DEL FANGO	55
5.8	ACONDICIONAMIENTO DEL FANGO	58
5.9	DESHIDRATACIÓN DEL FANGO	59

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este documento es exponer los aspectos fundamentales necesarios para el dimensionamiento de una E.D.A.R. convencional con vertido fundamentalmente doméstico. Para ello, en primer lugar realizaremos un pequeño recorrido por los conceptos que interesa analizar previo al proyecto de la instalación que son condicionantes en la elección de una solución global óptima.

- Alcance del proyecto: tipo de EDAR a proyectar y conexiones del sistema de saneamiento de la población y del punto de vertido.
- Limitaciones: cotas de llegada de agua bruta y del punto de vertido, disponibilidad, características, accesos y precios de los terrenos y conexiones de servicios de agua y electricidad.
- Datos de partida: caudales y contaminación
- Resultados a obtener: legislación vigente
- Criterios de diseño
- Dimensionamiento de la EDAR
- Diagrama de flujo de los procesos de tratamiento
- Implantación de los elementos en terreno disponible
- Cálculos hidráulicos de la EDAR
- Especificaciones técnicas de los equipos electromecánicos
- Materiales constructivos
- Electricidad y control del proceso
- Vida media de las instalaciones
- Gestión y Explotación de la E.D.A.R.
- Presupuesto y Estudio económico

Una vez analizados todos estos apartados se tendrían acotados los trabajos a desarrollar en el proyecto. En el presente capítulo vamos a profundizar en los aspectos relacionados con el dimensionamiento de una EDAR de tipo convencional, concretamente en los datos de partida, resultados a obtener, criterios de diseño y dimensionamiento final de la instalación.

2. MARCO LEGAL

El objetivo que persigue el diseño de una E.D.A.R. es definir las obras e instalaciones necesarias para que sea posible la depuración de las aguas residuales de una determinada población, así como el tratamiento y disposición final de los residuos generados, teniendo en cuenta los condicionantes de impacto medioambiental, de situación de la planta y del cauce receptor.

Los objetivos en el tratamiento de las aguas residuales deben ir íntimamente ligados a los objetivos de las autoridades en materia de mejora y conservación de la calidad del agua. Las exigencias legales en esta materia quedan recogidas actualmente en los siguientes textos:

- Directiva Marco del Agua 2000/60/CE, de 23 de octubre de 2000
- Directiva 91/271 CEE. Transposición a la normativa española:
- RD.11/1995 de 28 del 12. RD.509/1996 de 15 de Marzo. R.D.2116/1998 de 2 de Octubre.
- Directiva 76/464 CEE. Directiva 86/280 CEE. RD. 258/1989 (10/03)
- R.D. 995/2000 (2/06)
- Propuesta de las comunidades Europeas (2001/C 154 E/11)

Es importante además tener presentes las disposiciones legales existentes en temas de Autorización de vertido, Reutilización de Aguas, Lodos, Seguridad y Salud Laboral, Riesgo Biológico, Residuos y Aire.

Existirá así mismo documentación de carácter técnico-administrativo cuyo contenido condicione la redacción del Proyecto Constructivo de las plantas tal como Estudios de Planeamiento, Órdenes de cualquier índole, Pliegos de Prescripciones técnicas y/o Administrativas, Normas e Instrucciones Técnicas.

3. BASES DE PARTIDA

Este apartado es fundamental y muy importante para llevar a cabo un dimensionamiento de una EDAR que garantice un funcionamiento correcto cumpliendo con los objetivos de depuración propuestos, acordes con lo establecido por la legislación vigente.

Para la definición de la base de partida se analizan los siguientes parámetros unitarios:

- Población
- Dotación de caudal
- Caudales de diseño
- Datos de contaminación del agua residual bruta

Normalmente se sigue un esquema similar al que se presenta a continuación:

DATOS DE PARTIDA			
Población de diseño	(hab.eq)		
Dotación	l/hab.eq/día		
Caudales			
Caudal diario	m ³ /d		
Caudal medio horario	m ³ /h		
Caudal punta	m ³ /h		
Caudal máximo	m ³ /h		
Contaminación		Concentración	Carga Contaminante
S.S.		mg/l	Kg/d
DBO5		mg/l	Kg/d
DQO		mg/l	Kg/d
NTK		mg/l	Kg/d
P		mg/l	Kg/d
GRASAS		mg/l	Kg/d
Rendimientos planta	Rendimientos	Concentración salida	Carga de salida
S.S.	%	mg/l	Kg/d
DBO5	%	mg/l	Kg/d
DQO	%	mg/l	Kg/d
NTK	%	mg/l	Kg/d
P	%	mg/l	Kg/d
Grasas	%	mg/l	Kg/d
Sequedad Fangos	%	mg/l	Kg/d
Volátiles en Fangos	%	mg/l	Kg/d
Temperatura			
Mínimas	°C		
Máximas	°C		

3.1 POBLACIÓN DE DISEÑO

En la determinación de la población de diseño, para poder cuantificar el verdadero valor del volumen de aguas a tratar, no sólo hay que tener en cuenta el número de personas que viven en una ciudad, sino también el equivalente producido por las pequeñas industrias locales (centros públicos, comercios, mataderos,...).

Por este motivo se utiliza el concepto de **habitante equivalente (heq)**, entendiendo por éste, aquel que produce una carga contaminante de 60 g/día de DBO5 (Demanda Biológica de Oxígeno) y 90 g/día de SS (sólidos en Suspensión).

Este parámetro es una forma de expresar la materia orgánica total presente en las aguas residuales de un núcleo urbano cuantificando todas las actividades que puedan generar contaminación. En casos de vertidos industriales, debe comprender una cifra que represente el poder contaminante de las industrias.

Deberá también considerarse si la población es estable o sufre significativas variaciones estacionales (turismo, industrias/comercios), en cuyo caso, se considerarán la duración de las temporadas y los datos de las dos poblaciones (estable y estacional).

3.2 DOTACIÓN

Para el cálculo del caudal de aguas fecales lo primero que hay que hacer es comprobar los criterios del plan de ordenación correspondiente, si lo hay. Es frecuente que en estos planes se determine el criterio de cálculo de los caudales de aguas negras (relación entre dotación de agua potable servida y aguas negras y coeficientes de punta, por ejemplo) o directamente se den valores unitarios para estos caudales.

La dotación es un dato muy conocido bien por los servicios municipales o por las empresas de suministro de agua local. Para poder determinar la dotación se considera la del agua de abastecimiento, por una parte porque suelen ser los únicos datos registrados y por tanto fiables sobre la cuantía de agua movida por la población y por otra porque supone dimensionar la instalación con un margen de seguridad del 25-40%.

En caso de que no se tenga ningún dato al respecto, se cogerá la dotación de agua potable correspondiente a la población equivalente (si los valores son altos, se pueden minorar hasta un 20%, correspondiente al agua que se evapora debido a la sudoración) para asimilarlos a las dotaciones de cálculo de aguas negras.

A modo de orientación, la siguiente tabla muestra la dotación de agua en función de la población en España.

Hab-Eq.	Dotación abastecimiento
<20.000	150-200 l/hab/d
20.000-50.000	200-250 l/hab/d
>50.000	250-300 l/hab/d

Estos valores de dotación que se indican en la tabla anterior, se ven normalmente afectados entre otros muchos factores por los que a continuación se detallan: la localización o situación geográfica, la climatología, el tamaño y la distribución de la población, el nivel de vida, etc.

En el libro "Saneamiento y alcantarillado", de Aurelio Hernández Muñoz, están tabulados unos valores que pueden servir para esta estimación. Son los siguientes:

Población en nº de habitantes	Consumos urbanos en l/hab·día según uso				TOTAL	
	Doméstico	Industrias de la ciudad	Servicios municipales	Fugas de redes y viarios		
< 1.000		60	5	10	25	100
1.000 a 6.000		70	30	25	25	150
6.000 a 12.000		90	50	35	25	200
12.000 a 50.000		110	70	45	25	250
50.000 a 250.000		125	100	50	25	300
> 250.000		165	150	60	25	400

En este libro vienen consumos detallados en función del tipo de instalación (hotel, camping...), del tipo de unidad de descarga (lavabo, ducha, lavaplatos...), etc. Para estudios detallados de vertidos serán de mucha utilidad.

En la tabla siguiente, sacada del PEISEM II (Madrid) se pueden observar de forma resumida valores coherentes, aunque conservadores, tanto para uso residencial como para otros usos:

USO DEL SUELO	DOTACIÓN PREVISTA
Vivienda en bloque	350 l/hab-eq·día
Vivienda unifamiliar	2 m3/vivienda·día
Terciario	1 l/s·Ha
Industrial	1 l/s·Ha
Dotaciones	1 l/s·Ha

A partir de los valores mencionados, se obtienen los caudales medios de cálculo de aguas negras, multiplicando por el número de habitantes equivalentes, de viviendas o por la superficie, según el caso

3.3 CAUDALES

A partir de los datos de población y de la dotación de agua por unidad de población y tiempo, se calculan los caudales de llegada a la EDAR. Estos caudales pueden ser de diferentes tipos:

a) Caudal medio (Qmed)

Es el caudal diario total, calculado como resultado de aplicar a la población de diseño la dotación prevista en la tabla anterior, para ese rango, repartido uniformemente en las 24 horas del día.

Se calcula a partir de la dotación:

$$Q_m = \frac{P \cdot d}{1.000(l / m^3)}$$

Donde:

Qm: Caudal medio < > [m3/d]
P: Población < > [hab-eq]
d: Dotación < > [l/ hab-eq · día]

b) Caudal punta (Qp)

Contempla el incremento de caudal sobre el caudal medio, que se recibe de manera puntual en la planta a determinadas horas del día.

$$Q_p = Q_m \cdot (\text{entre } 1,5 \text{ y } 2,5)$$

Si no se disponen de datos suficientes de caudales se pueden emplear los siguientes criterios:

- Para comunidades pequeñas: 4 veces el caudal medio diario
- Para comunidades grandes: 1,5 veces el caudal medio diario

A título orientativo, una fórmula, síntesis de varias empíricas, que puede utilizarse, si no se dispone de datos más fiables es:

$$Q_{\max} = Q_m \cdot \left(1,15 + \frac{2,575}{Q_m^{1/4}} \right) < > (m^3/h)$$

c) Caudal máximo (m³/h)

El caudal máximo que puede llegar a planta se puede estimar como mayoración del punta en 1,5 a 2,5 veces. Se corresponde con el caudal máximo que puede llegar debido a lluvias, lixiviados, etc..

Normalmente, no debe tenerse en cuenta todo el caudal adicional aportado por la lluvia, ya que:

- Se tendría una instalación infrautilizada gran parte del año.
- Los problemas de explotación, ocasionados por los cambios bruscos de caudales y cargas contaminantes, pueden deteriorar seriamente el proceso normal.

d) Caudal mínimo (m³/h)

Importante para el funcionamiento de las estaciones de bombeo y EDAR durante los primeros años dado que se suele trabajar con caudales inferiores a los proyectados y se pueden producir retenciones.

Si no se disponen de datos suficientes de caudales se pueden emplear los siguientes criterios:

- Para comunidades pequeñas: 30% del caudal medio diario
- Para comunidades grandes: 50% del caudal medio diario

3.4 CARACTERÍSTICAS DE LA CONTAMINACIÓN

3.4.1. VALORES MEDIOS

Se expresan en mg/l y deben considerarse, como mínimo, los siguientes parámetros:

- **DBO₅, SS, Oxígeno disuelto** (en las proximidades de la depuradora)
- **pH** (el del agua residual oscila alrededor de 7,5)
- **Alcalinidad** (Mg/l CO₃ Ca)
- **Nutrientes**

En casos concretos, habrá que medir el contenido de nutrientes, si se quiere eliminarlos, para evitar la eutrofización, u otros parámetros que pudieran distorsionar el proceso biológico.

3.4.2. VALORES MÁXIMOS

Su definición es imprescindible, para un correcto dimensionamiento.

Es importante contar con el valor más fiable posible de estos parámetros llevando a cabo una caracterización de las aguas residuales a depurar antes de la realización del proyecto, no obstante, en ausencia de datos, pueden emplearse los que a continuación se adjuntan, de contaminación per cápita:

FACTORES DE APORTACIÓN PER CÁPITA A LA CONTAMINACIÓN		
FACTOR	VALOR (gr/hab día)	
	Intervalo	Valor Típico
DBO5	65-120	90
SS	65-125	100
PH		7,5
Nutrientes:		
- Nitrógeno amoniacal	2-4	3,5
- Nitrógeno orgánico	6,5-2,3	10
- Nitrógeno Kjeldahl total	10-15	13,5
- Fósforo orgánico	1-2	1,5
- Fósforo inorgánico	2-3,5	3
- Fósforo total	3,5-5,5	4

En caso de que no se disponga de los valores máximos de la DBO5 y SS, se recomienda tomar el valor medio, multiplicándolo por 1,5.

A partir de estos datos se pueden obtener las concentraciones y cargas de entrada para el dimensionamiento de la EDAR:

$$\text{Concentración}(\text{mg} / \text{l}) = \frac{\text{Contaminación Específica}(\text{g} / \text{HabEq} \cdot \text{día}) \cdot 1000(\text{mg} / \text{g})}{\text{Dotación}(\text{l} / \text{HabEq} \cdot \text{día})}$$

$$\text{Carga}(\text{kg} / \text{d}) = \frac{\text{Contaminación Específica}(\text{g} / \text{habeq} \cdot \text{día}) \cdot \text{Población}(\text{HabEq})}{1000(\text{g} / \text{kg})}$$

3.5 RESULTADOS A OBTENER

3.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DEPURADA

Las características de calidad del vertido vienen reguladas en todo momento en la legislación vigente (Directiva del Consejo de las Comunidades Europea sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE) y su transposición a la normativa española en RD 11/1.995 de 28 del Diciembre. RD 509/1.996 de 15 de Marzo. RD 2116/1.998 de 2 de Octubre.

Para fijar las características de vertido, habrá que considerar:

- La estimación de la zona como sensible (Artículo 5) o menos sensible (Artículo 6).
- La ubicación de la E.D.A.R. en zona de alta montaña (más de 1.500 m. sobre el nivel del mar), en la que resulte difícil la aplicación de un tratamiento biológico eficaz, debido a las bajas temperaturas, o no (Artículo 4).

- La necesidad de que, antes de ser vertidas en zonas sensibles, las aguas residuales urbanas sean objeto de un tratamiento más riguroso que el secundario, lo que implicaría, en la mayoría de los casos, la reducción de nutrientes (Artículo 5).

Teniendo en cuenta el Anejo 1 de dicha Directiva, para el caso en que no sea necesario un tratamiento superior al secundario, y no se trate de zonas de alta montaña, se pueden considerar los siguientes valores:

pH	6-8
SS	35 mg/litro
DB0,	25 mg/litro
DQO	125 mg/litro
Contaminación bacteriológica E.coli	1.000/100 ml (Cuando esté prevista desinfección)

3.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL FANGO

La disposición final del fango debe ser también objetivo principal del diseño. Los principales parámetros que se tienen en cuenta son Sequedad y Estabilidad.

- Sequedad (% en peso de sólidos secos)

Es función del tipo de fango y de su destino final, viene impuesta por la facilidad de manejo. Existen condicionantes económicos y técnicos que la limitan. A título orientativo, se pueden considerar las siguientes cifras:

TIPO DE SECADO	SEQUEDAD %
Secado en eras	> 30 %
Secado por centrifugas	20-28%
Secado por filtros banda	20-30%
Secado por filtros prensa	38-50%

- Estabilidad (% de reducción en peso de sólidos volátiles)

En cuanto a la estabilidad, ésta viene expresada en porcentaje en peso de reducción de sólidos volátiles, y se exige como mínimo, una reducción del 40%

4. TRATAMIENTO PROPUESTO.

Para definir la línea de tratamiento para depurar el agua residual de una determinada población se pueden seguir los siguientes pasos:

- Calcular la base de partida en cuanto a concentración de parámetros contaminantes, carga, caudales y población.
- Fijar los resultados a obtener en función del punto de vertido y la legislación vigente.
- Determinar los valores máximos de entrada a las instalaciones y al proceso biológico.

- En función de la base de partida y los resultados a obtener calcular los rendimientos necesarios para depurar el agua residual.
- Determinar los valores medios y máximos de los diferentes parámetros (contaminación y caudal).
- Definir la línea de tratamiento para obtener la depuración de las aguas residuales teniendo en cuenta los rendimientos posibles de cada proceso unitario.

4.1 LÍNEA DE AGUA RESIDUAL

La elección del número de líneas depende del tamaño de la E.D.A.R. y de las oscilaciones de caudal que se puedan dar. En líneas generales se puede aconsejar:

Tipo de población	Nº de habitantes equivalentes			
	< 10.000	de 10.000 a 20.000	de 20.000 a 50.000	de 50.000 a 200.000
estable	1 línea	1 línea	2 líneas	> 2 líneas
Variable estacional	1 línea	2 líneas	2 líneas	> 3 líneas

Las líneas siempre deberán ser iguales. Las estaciones para poblaciones superiores a 200.000 habitantes equivalentes caen fuera de posibles estimaciones y deberán ser estudiadas a parte así como aquellas en las que la variación estacional sea superior a 5 veces.

En temporada baja, y para instalaciones de tamaño pequeño–mediano, de hasta unos 50.000 habitantes equivalentes, con variaciones estacionales mayores de 1 a 2, puede ser aconsejable la utilización de tratamientos biológicos con cubas de fangos activados, junto con la digestión aerobia, en aireación prolongada.

4.1.1. PRINCIPALES OPERACIONES UNITARIAS

En el apartado “II. FUNDAMENTOS DE LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS” se expusieron los diferentes sistemas usados para eliminar los contaminantes más importantes de las aguas residuales y la eficacia de diferentes procesos en la reducción de algunos de los parámetros más significativos.

Independientemente de las combinaciones que en cada caso particular se puedan hacer con los procesos unitarios antes mencionados, la línea con frecuencia conveniente, para aguas residuales urbanas normales, es:

Tratamiento común para aguas residuales urbanas normales para vertidos en zonas en que no sea necesario un tratamiento más riguroso. (Directiva: 91/271/CEE)	
LÍNEA	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> - Obra de llegada - Pretratamiento - Medición de caudal - Elevación de aguas residuales (si fuera necesario) - Decantación primaria, para estaciones medianas o grandes (>50.000hab-eq) - Tratamiento biológico por fangos activados (aireación prolongada para poblaciones < 50.000 habitantes equivalentes sin decantación 1ª) - Desinfección para casos de emergencia (Cloración, UV, etc.) - Vertido del efluente 	<ul style="list-style-type: none"> - 90-92% de eliminación de la BO₅ y S.S. - Eliminación casi total de las bacterias

Con esta línea de tratamiento se pueden obtener unos rendimientos de depuración de DBO₅ y S.S. del 90-95%. Para rendimientos superiores hay que apoyar la decantación primaria con un tratamiento físico-químico o añadir un segundo tratamiento biológico (sistemas A+B).

Los procesos más comúnmente utilizados son:

OBRA DE LLEGADA CON ALIVIADERO DE SEGURIDAD Y BY-PASS GENERAL	
PRETRATAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> - Desbaste - Desarenado - Desengrasado (o) - Tamizado (o) - Pre-aireación (o) - Homogeneización y regulación de caudales (o)
MEDICION DE CAUDAL	
TRATAMIENTO PRIMARIO (*)	<ul style="list-style-type: none"> - Decantación primaria (e) - Tratamiento físico-químico (decantación + floculación) y Decantación (e)
TRATAMIENTO SECUNDARIO	<ul style="list-style-type: none"> - Procesos de biopelícula <ul style="list-style-type: none"> a) Lechos bacterianos (e) b) Biodiscos o biocilindros (e) c) Biofiltros (o) d) Otros (e) - Fangos activados en suspensión <ul style="list-style-type: none"> a) Convencional (e) b) Aireación prolongada (e) e) Contacto-estabilización (e) d) Otros (A-B ...) (e)
DESINFECCION	<ul style="list-style-type: none"> - Cloración (e) - Rayos U.V. (e)
TRATAMIENTOS AVANZADOS	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de fósforo (o) - Eliminación de nitrógeno (o)
TRATAMIENTO Terciario	<ul style="list-style-type: none"> - Aforo de DBO₅ y S.S. (o) - Eliminación de color y contaminación no biodegradable (o)
VERTIDO DEL EFLUENTE	

(o) Operaciones optativas

(e) Operaciones excluyentes

(*) La decantación primaria puede suprimirse cuando se utilice como tratamiento biológico la aireación prolongada y cuando se emplee el proceso de fangos activos convencional a media carga (teniendo en cuenta la repercusión en el mismo). Si se incluye, deberá preverse un by-pass a biológico.

4.1.1.1. Pretratamiento

Las operaciones unitarias y sus funciones son:

OPERACION UNITARIA	FUNCION
Desbaste	Eliminación, por interceptación, de sólidos de tamaño grande o mediano
Desarenado	Eliminación de arenas
Desengrasado	Eliminación de grasas y de otros sólidos flotantes y ligeros como: corchos, maderas, residuos vegetales, jabones, etc.
Tamizado	Eliminación de sólidos de pequeño tamaño
Preaireación	Aportación de oxígeno para eliminación de olores y otros fines
Homogeneización de caudales	Mejora de la distribución hidráulica y optimización de la capacidad de tratamiento del resto de la instalación.

El desengrasado se realizará, normalmente, en forma combinada con el desarenado, salvo en casos de aguas residuales muy cargadas.

- De adoptarse el tamizado, esta operación sustituye al desbaste fino.
- La homogeneización de caudales, en ocasiones combinada con preaireación, es aconsejable, ante la existencia de:
 - Grandes variaciones de caudal a lo largo del día.
 - Puntas de caudal muy altas.
 - Vertidos industriales puntuales, cuya dilución favorezca el tratamiento.

Para aguas residuales urbanas normales, suelen emplearse el desbaste y el desarenado y desengrasado combinados.

4.1.1.2. Decantación primaria

Como orientación, puede suprimirse en los siguientes casos (instalaciones pequeñas):

- Cuando se utilice como tratamiento biológico la aireación prolongada.
- Cuando se emplee el proceso de fangos activados convencional a media carga, siempre que se tenga en cuenta su posible repercusión en el mismo.

Si se incluye, se incluirá, también, el by-pass del tratamiento biológico.

4.1.1.3. Tratamiento biológico

Consta de:

a) Reactor biológico

- Procesos de biopelícula (cultivos fijos):
 - Lechos bacterianos, o
 - Biodiscos o biocilindros, o
 - Biofiltros, u
 - Otros.
- Fangos activados (cultivo en suspensión):
 - Proceso convencional, o
 - Aireación prolongada, o
 - Contacto-estabilización, u
 - Otros (A-B...)

b) Decantación secundaria

c) Recirculación de fangos, en el caso de fangos activados, para mantener el equilibrio biológico del sistema proyectado

El proceso de fangos activados es el más utilizado en el tratamiento de aguas residuales urbanas normales. A título orientativo, puede establecerse lo siguiente:

N° DE HABITANTES EQUIVALENTES			
< 10.000	de 10.000 a 30.000	de 30.000 a 50.000	de 50.000 a 200.000
		PROCESO CONVENCIONAL DE FANGOS ACTIVADOS	
AIREACION PROLONGADA			
	CONTACTO-ESTABILIZACION		
LECHOS BACTERIANOS; BIODISCOS BIOCILINDROS			
		BIOFILTROS	

d) Desinfección del efluente

Conviene incluirla en todos los casos, por ser imprescindible para la eliminación de la contaminación bacteriológica, aunque normalmente sólo se utilizará en casos de emergencia.

4.2 LÍNEA DE FANGOS

Aunque la determinación del número de líneas para el tratamiento de fangos deberá realizarse en función de las condiciones particulares para cada caso concreto, podría indicarse que en general se aconseja:

- Una línea para ≤ 100.000 habitantes equivalentes.
- Dos líneas para > 100.000 habitantes equivalentes.
- Para > 200.000 habitantes equivalentes, habrá estudiar cada caso particularmente.

4.2.1. PRINCIPALES OPERACIONES UNITARIAS

La línea de tratamiento de fango con frecuencia conveniente, es la siguiente. (En el caso de que se adopte la incineración de los mismos, no será necesaria su estabilización previa.)

LINEA DE TRATAMIENTO DE FANGOS			
- Envío de fangos primarios y en exceso para su tratamiento.			
- <u>Espesamiento</u> : Reducción del volumen de fangos, disminuyendo el tamaño de obras posteriores. Puede ser ventaja adicional su utilización para almacenamiento.	Por gravedad	Estático	
		Dinámica	
	Por flotación (e)		
Por centrifugación (e)			
- <u>Estabilización</u> : Reducción de la fermentación hasta límites admisibles obteniéndose un producto estable, deshidratable fácilmente.	Digestión aerobia (e)		
	Digestión anaerobia (e)		
	Estabilización química: cal (e)		
- <u>Acondicionamiento</u> : Preparación del fango para una mejor deshidratación.	Químico (fangos urbanos normales) (e)		
	Térmico. (e)		
- <u>Deshidratación</u> : Incremento de la sequedad del fango, hasta hacerlo fácilmente manejable.	Eras de secado (e)		
	Secado mecánico (e)	Centrífugas	
		Filtros Banda	Sencilla
			Prensa
Filtros prensa			
- Incineración: Reducción del fango, exclusivamente a sus materias minerales (cenizas).			
- Almacenamiento, evacuación y destino final de los fangos.	Almacenamiento (Contenedores, tolvas, parques)		
	Evacuación y Destino final	Abono de los suelos	Extensión
			Compostaje
		Descarga vertedero	

(e) operaciones excluyentes.

En el caso más usual de una Estación Depuradora de Aguas Residuales urbanas normales, se recomienda la adopción de las siguientes líneas de diseño de línea de fango:

- Población hasta 50.000 habitantes equivalentes
 - Aireación prolongada (digestión aerobia de fangos)
 - Espesado por gravedad
 - Acondicionamiento
 - Secado
- Población de 50.000 a 100.000 habitantes equivalentes
 - Digestión aerobia tanto de fango 1º como 2º
 - Espesado por gravedad de fango digerido
 - Acondicionamiento
 - Secado
- Población > 100.000 habitantes equivalentes
 - Espesado por gravedad de fango 1º y espesado por flotación de fango 2º
 - Digestión anaerobia
 - Acondicionamiento de fango
 - Secado

Para la adopción de una u otra línea, es determinante conocer el destino final de los fangos, debiendo realizarse un estudio económico comparativo entre las soluciones posibles.

Para la deshidratación de los fangos, se contemplan dos procedimientos fundamentalmente el secado mecánico. Dentro del secado mecánico, los criterios para elegir un sistema u otro dependen de la naturaleza del fango, sequedad exigida, factores económicos (coste de la instalación, consumo de reactivos, consumo energético), etc.

A título orientativo, se proporciona la siguiente tabla:

Sistema de secado	Consumo energético	Consumo reactivos	Coste de 1ª instalación	Sequedad de la torta	Funcionamiento	Otras características
Centrífugas	Alto 40/60 kW/Tm de MS	Bajo	Normal	Normal 20-26% (30% con algunos tipos)	Continuo	Gran versatilidad para todo tipo de rango
(*) Filtros Banda	Bajo 5/20 kW/Tm de MS	Normal	Reducido	Normal 20-26%	Continuo	
(*) Filtros Banda Prensa	Bajo 10/30 kW/Tm de MS	Normal	Alto	Alta 27-37%	Continuo	
(*) Filtros prensa	Normal 20/40 kW/Tm de MS	Alto	Muy alto	Muy Alta 38-50%	Discontinuo	<<Fangos finales. Aseguran buena autocombustión

(*) Sin considerar la potencia para el lavado de telas

TIPO DE FANGO	SEQUEZAD DE LA TORTA (en % de MS)			
	CENTRIFUGAS	FILTROS BANDA		FILTROS PRENSA
		Banda Sencilla	Con etapa final de presión	
Mixtos Frescos	26%	28%	37%	50%
Procedentes de Digestión anaerobia	26%	28%	37%	50%
Procedentes de Estabilización aerobia	22%	25%	32%	38%
Procedentes de Tratamiento físico-químico	25%	27%	35%	45%

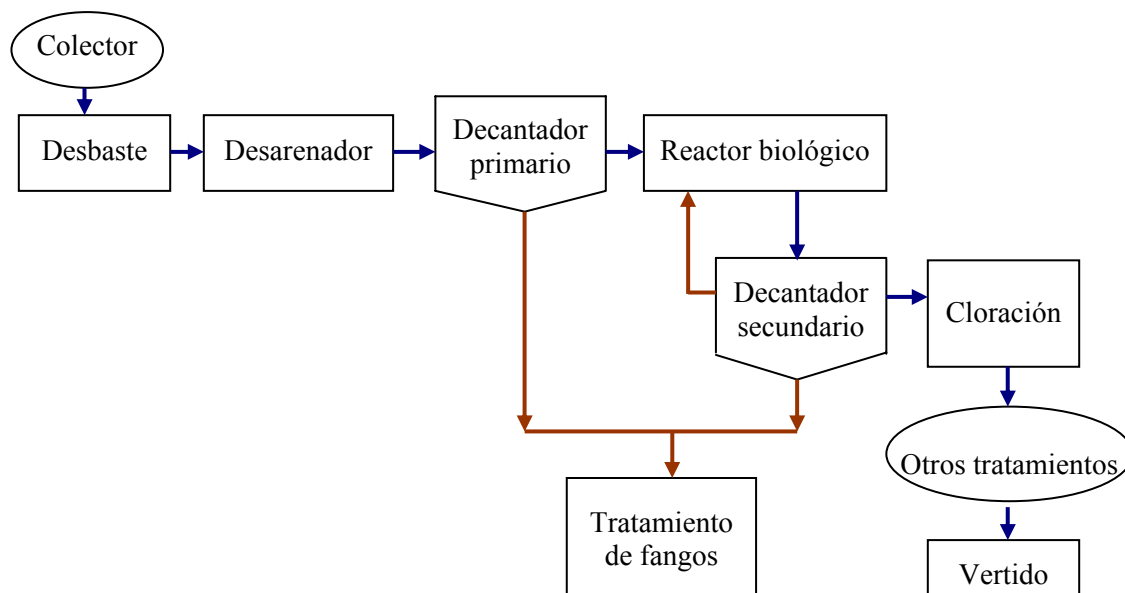
El destino de los fangos suele ser: abono o vertedero, siendo el más frecuente el vertedero.

4.3 DIAGRAMA DE FLUJO

Determinada la línea de tratamiento cualitativa y cuantitativamente, estamos en condiciones de elaborar el diagrama de proceso de la E.D.A.R. Estos diagramas son representaciones gráficas de las combinaciones de las operaciones y procesos elegidos para la consecución del objetivo de depuración.

Para su elección y posterior análisis son importantes tanto el conocimiento teórico, como la experiencia práctica. Dicho diagrama supondrá una excelente herramienta de trabajo para efectuar los cálculos de diseño, línea piezométrica, implantación, determinación de potencias, presupuesto e implantación de la planta.

Diagrama general del tratamiento de aguas:



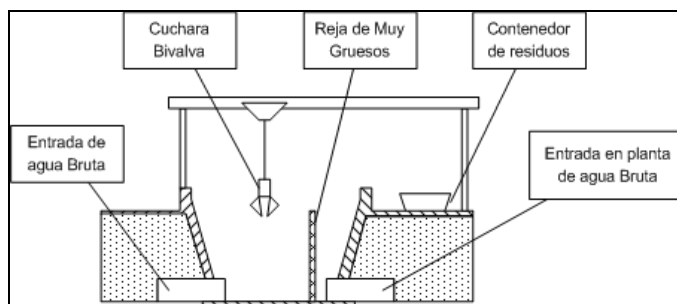
5. CONDICIONES A CUMPLIR EN LAS OPERACIONES UNITARIAS

5.1 OBRA DE LLEGADA

Constituirá el conjunto de elementos que reciben el agua afluyente a la E.D.A.R., procedente directamente de la red de saneamiento. Constará de pozo de gruesos, aliviadero lateral y by-pass, reja de gruesos, estación de bombeo.

5.1.1. POZO DE GRUESOS

Siempre se debe incluir en cabecera de la instalación cuando se prevé la existencia de grandes sólidos -voluminosos- o de una elevada presencia de arenas en el agua residual a tratar. Consiste en un pozo situado a la entrada del colector a la depuradora, con fondo tronco piramidal invertido y paredes muy inclinadas con el fin de concentrar los sólidos y las arenas decantadas en la zona central donde se extraerán mediante cucharas bivalvas anfibia de accionamiento electrohidráulico. Los residuos obtenidos se almacenan en contenedores para su posterior transporte a vertedero o incineración.



Fuente: www.wikipedia.org

Los parámetros de diseño serán:

Parámetro	Unidades	Valor
Carga hidráulica	m ³ /m ² /h	< 300 a Q _{máx}
Tiempo de retención	s	30-60 a Q _{máx}
Calado mínimo del pozo	m	>2
Velocidad de paso	m/s	

Cálculos funcionales

Establecido el tiempo de retención, que deberá oscilar entre 30 y 60 segundos (a Q_{máx}) y a partir del caudal, se calculará el volumen necesario de pozo.

Volumen pozo = Caudal (m³/s) * Tretención (s)

La superficie del pozo se obtendrá a partir del caudal y la carga superficial.

$$S = \frac{Q_{\max}}{C_s}$$

Siendo:

S = Superficie del pozo

Q_{máx} = Caudal máximo afluente

C_s = Carga Superficial (m³/m².h)

Del conocimiento del volumen y la superficie se obtendrá un calado determinado que habrá de superar el mínimo establecido.

$$\text{Calado (m)} = \text{Volumen pozo (m}^3\text{)} / \text{Superficie horizontal (m}^2\text{)}$$

5.1.2. ALIVIADERO

El objetivo será determinar los metros lineales de vertedero.

Para ello, habrá que determinar en primer lugar el caudal a aliviar que será todo aquel que, pudiendo circular por el/los colector/es de llegada, supere la capacidad de tratamiento de la planta.

Conocido dicho caudal, y aplicando por ejemplo la fórmula simplificada de **Francis**, podremos calcular el caudal por metro lineal de vertedero.

Fórmula:

$$Q = 1,83 \cdot (1 - (0,2 \cdot H)) \cdot (H)^{1,5 \cdot 3,600}$$

Siendo:

Q = Caudal por metro lineal (m)

H = Altura de la lámina de agua sobre el vertedero (<25 cm a Qmed) (m)

La altura de la lámina de agua sobre el vertedero no debe sobrepasar los 25 cm.

5.1.3. REJA DE GRUESOS DE PREDESBASTE

Las rejas permiten la separación por retención de sólidos de volumen elevado (trapos, maderas, plásticos...), que producirían gravísimas alteraciones en el normal funcionamiento de la planta.

Consisten en un conjunto de barras metálicas (de acero al carbono) de sección rectangular, colocadas paralelas y de separación uniforme entre ellas y situadas en posición transversal al caudal, de tal forma que el agua residual pasa a través de ella quedando retenidos los sólidos en suspensión con un tamaño superior a la separación entre las barras. Las barras se encuentran fijadas en un marco para hacer rígido el sistema.

Las rejas suelen ser rectas y de limpieza automática. La velocidad de paso que se establece para el agua residual oscilará entre 0,7-1 m/s para caudal medio, pudiéndose alcanzar valores de hasta 1,6 m/s para caudales máximos horarios.

Para el dimensionamiento del pozo donde deberán ir instaladas las rejas, se establecerá en primer lugar un ancho de canal de partida. Definido este, podemos determinar la sección útil de paso, y el calado necesario para un grado de colmatación determinado.

$$S = Ac \cdot \frac{L}{L + Ab} \cdot \left(1 - \frac{G}{100}\right)$$

Siendo:

S = Sección útil de paso (m)

Ac = Ancho de canal (m)

L = Luz entre barrotes

Ab = Ancho de barrotes

G = Grado de colmatación (%)

El cálculo del calado necesario para un grado de colmatación establecido (suele ser del 30%) vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$Calado = \frac{Q}{3600} \cdot \frac{Ab + L}{\left(1 - \frac{G}{100}\right) \cdot (V \cdot L \cdot Ac)}$$

Siendo:

Q = Caudal de paso (m³/h)

Ab = Ancho de barrotes (mm)

L = Luz entre barrotes (mm)

G = Grado de colmatación (%)

Ac = Ancho de canal (m)

V = Velocidad de paso (m/s)

Dimensionamiento

Definidas las rejillas a instalar, el dimensionamiento del pozo consiste simplemente en el de un paralelepípedo cuyo calado y ancho de canal ya han quedado determinados, la longitud es inmediata por tanto.

5.1.4. ESTACIÓN DE BOMBEO DE ELEVACIÓN DE AGUA BRUTA

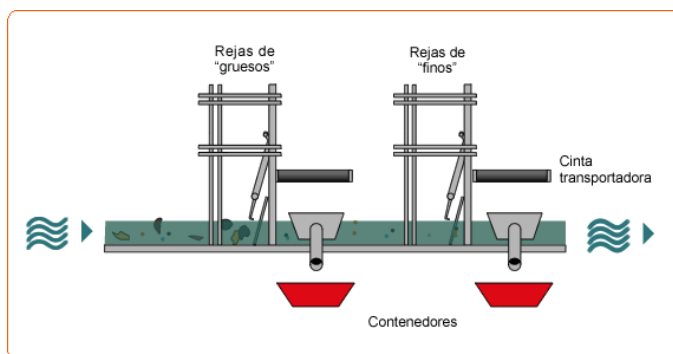
El diseño de la estación de bombeo requiere el dato de caudal a elevar, que deberá repartirse entre el número de bombas diseñado, el cual al menos debe ser de 2 (con el fin de que exista una de reserva). La determinación del número de bombas, vendrá en función del régimen de funcionamiento previsto. El segundo dato necesario para el diseño de la estación de bombeo será la altura a elevar, que vendrá dada por el cálculo de la línea piezométrica de la planta.

Para el cálculo de las bombas se tendrá en cuenta el caudal máximo, medio y mínimo y en la actualidad se diseñan con sistema de regulación de caudal con variadores de frecuencia.

El dimensionamiento del pozo de bombeo es función de las propias medidas de las bombas a instalar, la altura necesaria de la lámina de agua sobre el pozo y el tiempo de retención en el mismo, que puede situarse entre los 3 y los 5 minutos aproximadamente.

5.2 PRETRATAMIENTO

5.2.1. DESBASTE



Fuente: <http://iesmunoztorrero.juntaextremadura.net>

Los distintos tipos de rejillas en las que se pueden clasificar según la separación entre los barrotes de la misma son:

REJA	Luz entre barrotes	Espesor mínimo de barrotes
Gruesa	≤ 60 mm	≥ 12 mm
Fina	≤ 12 mm	≥ 6 mm

En la práctica normal, se utiliza una reja de gruesos seguida de una de finos. La ubicación se lleva a cabo en un canal de hormigón de sección rectangular y en un tramo recto, con el fin de conseguir que la velocidad de aproximación (0,3 a 0,6 m/s) sea lo más baja posible para que los sólidos voluminosos queden retenidos. Su instalación debe realizarse en el exterior y preverse accesos fáciles para la evacuación de las basuras o residuos que queden retenidos en las mismas. Se suele colocar una unidad de reserva cuando se utilizan equipos automáticos.

Uno de los factores más importantes para el dimensionado de estos equipos es lo que se conoce como velocidad de paso del agua a través de la reja (rango 0,6 a 0,9 m/s a caudal máximo), ya que una velocidad de paso muy elevada daría lugar a una menor retención de sólidos, mientras que una velocidad muy baja daría lugar a la decantación o sedimentación de las arenas en el propio canal.

Los principales parámetros de diseño y sus valores serán:

- La velocidad mínima del agua residual en el canal de desbaste se aconseja sea del orden de 0,8m/seg.
- La velocidad de paso a Qmed y contaminación del 30% será ≤ 1 m/seg.
- La velocidad de paso a Qmax, y contaminación del 30% será $\leq 1,4$ m/seg.
- Sistema de limpieza de rejillas: Manual o Automático.
- Sistema de extracción de residuos: Cinta transportadora/ Tornillo
- Compactador de residuos
- El sistema de evacuación preferible es por contenedores.

Las principales características a tener en cuenta en el diseño del desbaste son:

CARACTERÍSTICAS	Limpieza Manual	Limpieza Automática
Tamaño de los barros		
Anchura (mm)	5-15	5-15
Profundidad (mm)	25-37,5	25-37,5
Luz entre barros (mm)	25-50	15-75
Pendiente en relación a la vertical (grados)	30-45	0-30
Velocidad de aproximación (m/s)	0,3-0,6	0,6-1,1
Pérdida de carga admisible (mm)	150	150

El dimensionamiento se realiza igual que en el canal de predesbaste. Una vez fijada la velocidad de paso (1m/s a caudal medio) y el ancho del canal, se determina la sección útil de paso y el calado.

$$S = Ac \cdot \frac{L}{L + Ab} \cdot \left(1 - \frac{G}{100}\right)$$

Siendo:

S = Sección útil de paso (m)

Ac = Ancho de canal (m)

L = Luz entre barros

Ab = Ancho de barros

G = Grado de colmatación (%)

El cálculo del calado necesario para un grado de colmatación establecido (suele ser del 30%) vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$Calado = \frac{Q}{3600} \cdot \frac{Ab + L}{\left(1 - \frac{G}{100}\right) \cdot (V \cdot L \cdot Ac)}$$

Siendo:

Q = Caudal de paso (m³/h)
Ab = Ancho de barros (mm)
L = Luz entre barros (mm)
G = Grado de colmatación (%)
Ac = Ancho de canal (m)
V = Velocidad de paso (m/s)

5.2.2. DESARENADO

Como su nombre indica, es la operación unitaria consistente en eliminar del agua residual las arenas y partículas inorgánicas sólidas (de tamaño superior a 200 micras) que producirían desgaste por abrasión en los equipos de la planta. Los equipos utilizados son los Desarenadores.

Consisten en unos canales en los que por disminución de la velocidad del agua residual se produce una sedimentación diferencial o selectiva de todas aquellas partículas de densidad elevada. Dicha velocidad es a su vez lo suficientemente alta, que impide la deposición de materia orgánica que hay en suspensión. Así pues, en este tipo de unidades, es fundamental el mantenimiento de unas condiciones de velocidad lo más constantes posibles.

Los desarenadores se diseñan para la eliminación de aquellos sólidos en suspensión con un peso específico igual o superior de 2,5 g/cc y un tamaño de partícula superior a 0,15-0,2 mm.

Estos equipos se instalan en todas las plantas depuradoras urbanas, no siendo de utilidad generalmente en las industriales.

Aunque el estudio teórico del desarenador está relacionado con los fenómenos de sedimentación en caída libre y en él intervienen las fórmulas de Stokes (en régimen laminar), de Newton (en régimen turbulento), y de Allen (en régimen transitorio), deben aplicarse algunas correcciones para tener en cuenta:

- Forma de las partículas (Factor esfericidad).
- Concentración de Sólidos en Suspensión (> 0,5 %).
- Velocidad de flujo horizontal.

En la práctica, se toman como valores válidos en la sedimentación libre para partículas de arena con densidad de 2,65 g/cc y eliminación del 90 %, los descritos en la siguiente tabla

DIÁMETRO DE PARTÍCULAS ELIMINADAS (mm)	VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN O CARGA SUPERFICIAL (m ³ /m ² · h)
0,150	40-50
0,200	65-75

0,250	85-95
0,300	105-120

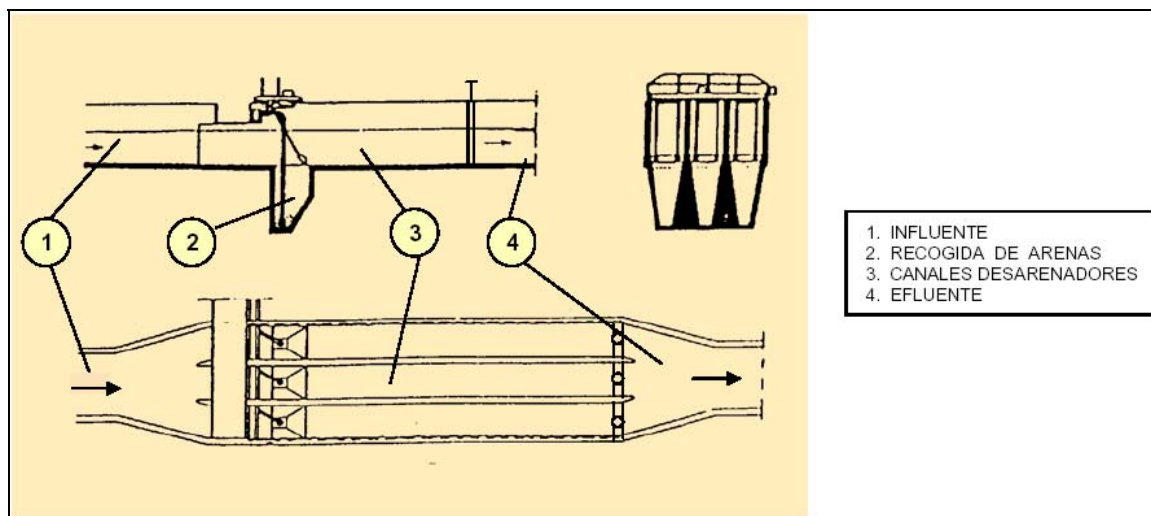
Los TIPOS de desarenadores existentes son: Desarenadores de flujo horizontal o Canales desarenadores, Desarenadores Cuadrados o Circulares, y Desarenadores Rectangulares Aerados o Aireados

a) Desarenadores de flujo horizontal o Canales desarenadores

Son los más sencillos. Consiste en pasar el agua residual a través de un canal horizontal debidamente calculado para que la velocidad del agua disminuya hasta 0,3 m/s, velocidad a la que se produce la decantación de las arenas. La arena se extrae del canal longitudinal manualmente -mediante paleado-, diseñando con una capacidad de almacenamiento aproximada de 1 semana. **Se emplean en estaciones depuradoras pequeñas.**

Los parámetros de diseño principales:

- La carga hidráulica de trabajo máxima será: $V_h \leq 70 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hora}$ (Caudal máximo).
- Velocidad Horizontal = 0,3-0,4 m/s.
- Tiempo Retención = 1-2 min (Caudal máximo).
- La longitud podrá ser: $L = 20\text{-}25$ veces la altura de la lámina de agua.
- Se recomienda canal doble y paralelo para el funcionamiento alternativo.



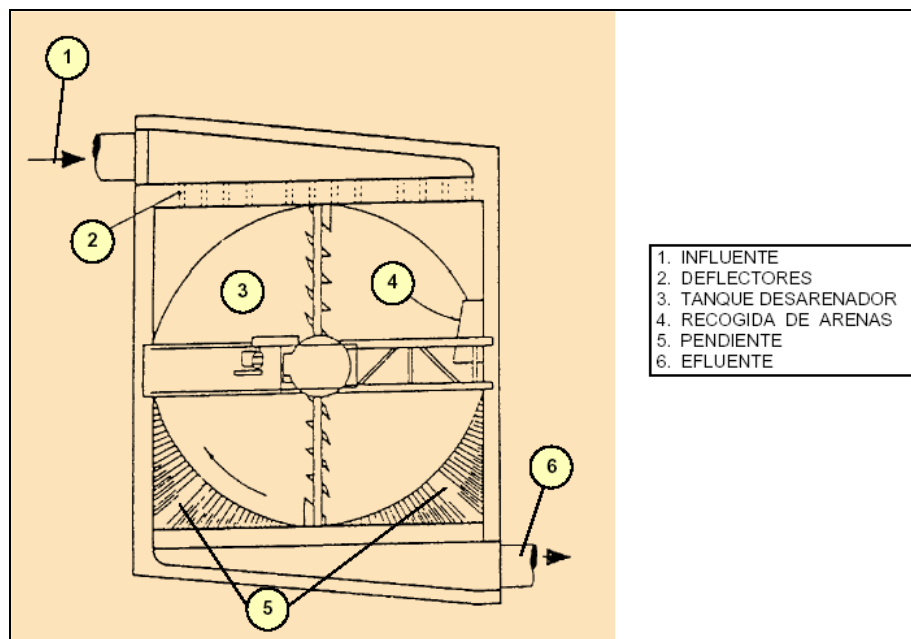
b) Desarenadores Cuadrados o Circulares

El agua a tratar entra tangencialmente en un depósito tronco- cilíndrico, con objeto de producir el efecto vortex que provoca la sedimentación de la arena mientras las partículas orgánicas se mantienen en suspensión al ir provistos estos desarenadores de un sistema de paletas como método de agitación.

Los sólidos (arenas) son arrastrados mediante dicho mecanismo giratorio hacia un sumidero situado en un lado del tanque, del que son desplazados hacia arriba por una rampa mediante un mecanismo de vaivén provisto de rastrillo, al pasar por la rampa los sólidos de naturaleza orgánica se separan de las arenas y fluyen de nuevo hacia el tanque bteniéndose unas arenas bastante limpias. **No son muy utilizados en la práctica por su complejidad.**

Los parámetros de diseño principales:

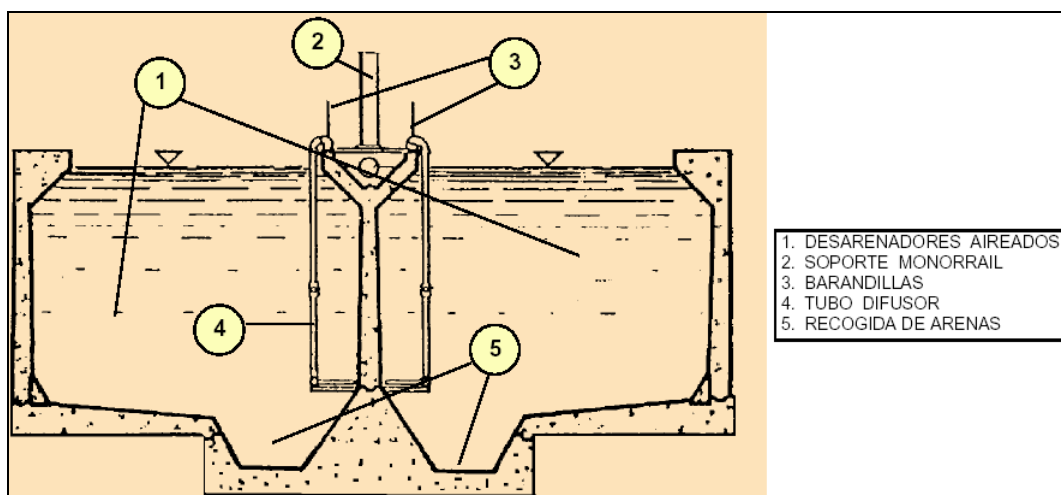
- Carga Hidráulica $\leq 90 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{h}$ (Caudal máximo).
- Velocidad Periférica media = 0,3-0,4 m/s.
- Tiempo Retención = 0,5-3 min (Caudal máximo).



c) Desarenadores Rectangulares Aerados o Aireados

Presentan a diferencia de los anteriores la disposición de difusores de aire en su interior -situados en uno de los laterales a una distancia del suelo de 0,5-0,9 m-, de tal manera que el aire inyectado provoca un movimiento de tipo helicoidal del agua a su paso por el equipo creando una velocidad constante de barrido de fondo perpendicular a la velocidad de paso, la cual mucho menor puede variar sin ningún inconveniente.

En este caso, el aire favorece además de que el agua se aeree y disminuyan los olores, la separación de la materia orgánica que pueda quedar adherida a las arenas, obteniéndose estas arenas con un grado de lavado muy importante. También puede emplearse para eliminar las grasas y aceites libres presentes en el agua residual -si el contenido de grasas no es muy elevado-. Presentan pérdidas de carga muy pequeñas y rendimientos constantes para variaciones de caudal. Se suelen instalar en las estaciones depuradoras de tamaño mediano y grande.



Son generalmente rectangulares, de tipo canal. Los valores para los principales parámetros de diseño son los que a continuación se detallan:

- La carga hidráulica de trabajo máxima será: $V_h \leq 70 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hora}$ (Caudal máximo).
- Velocidad Horizontal o velocidad de paso transversal, V , será $\leq 0,15 \text{ m/seg.}$
- El tiempo de retención hidráulica a Q_{max} será: $t_d = 2,5\text{-}5$ minutos.
- Relación Longitud/Anchura = 3/1 (1/1 a 5/1).
- La velocidad del movimiento helicoidal en el fondo oscilará entre 0,3 y 0,5 m/seg.
- El suministro de aire se definirá para conseguir la velocidad del movimiento helicoidal indicada, oscila entre 0,5-2,0 m³/hora/m³.

Aire = 1,5 - 7,5 l/s×m de Long. (Prof. < 3,6 m)),

3 - 12 l/s×m de Long. (Prof. > 3,6 m).

El volumen de arena que se extrae de un desarenador oscila entre 5 y 12 dm³/hab×año.

La limpieza de estos equipos para retirar las arenas, se puede llevar a cabo al igual que las rejillas de forma manual (mediante paleado) o automáticamente (bien mediante rasquetas de barrido que empujan las arenas a una tolva de la que son extraídas al exterior, o bien mediante bombas neumáticas incorporadas a un puente guía -la succión de la arena es continua a medida que avanza el puente-).

La separación de la mezcla arena-agua, extraída de los desarenadores puede llevarse a cabo mediante:

- Sedimentación en un depósito poco profundo, con evacuación del agua por losas filtrantes o vertederos de rebose.
- Separación mecánica: Tornillo de Arquímedes o Clasificador alternativo de rastrillos.
- Hidrociclón y almacenamiento en tolva con vertedero.
- Hidrociclón y recogida por Tornillo de Arquímedes antes de su almacenamiento en contenedor.

Cuando el desarenador actúa como desengrasador el puente guía va provisto de rasquetas superficiales para retirar las grasas acumuladas.

Normalmente, el factor determinante para la elección del tipo de desarenador se toma:

Nº Habitantes equivalentes	TIPO
≤ 10.000	<u>CANAL</u> (en desuso)
> 10.000	<u>AIREADO</u>

5.2.2.1. Dimensionamiento del desarenador aireado

Con los parámetros descritos anteriormente, para el desarenador aireado, se consigue:

- Retención del 85-90% de las arenas con granulometría superior a 200 micras.
- La capacidad de extracción de mezcla agua-arena de las bombas será $\geq 5 \text{ l/m}^3$ de agua residual, en caso de red separativa, y $\geq 50 \text{ l/m}^3$ para red unitaria.
- El contenido en materia orgánica, M.O., será $\leq 7\%$.

Para el dimensionamiento calculamos en primer lugar el volumen unitario de tanque. Por razones de mantenimiento será necesario su vaciado periódico el tanque por lo que habrá que contar al menos con dos unidades:

$$V = \frac{Q}{n^{\circ} \cdot \frac{60}{tr}}$$

Siendo:

V = Volumen unitario del tanque (m³)

Q = Caudal (m³/h)

N^o = Número de unidades

t_r = Tiempo de retención (min)

Estos cálculos deben realizarse para el caudal medio y punta horario, empleando un tiempo de retención de entre 2 y 5 minutos (valor indicativo 3 min) para caudal punta y 10 minutos para caudal medio.

A continuación, y estableciendo una carga superficial de trabajo podemos calcular la superficie de la lámina de agua, a efectos de definir las dimensiones del desarenador:

$$S = \frac{Q}{n^{\circ} \cdot Cs}$$

Siendo:

S = Superficie de la lámina de agua (m²)

Q = Caudal (m³/h)

Cs = Carga superficial (m³/m²/h):

$$Cs = \frac{\frac{Q}{S}}{n^{\circ}} < 70$$

S Lá min aDeAgua

De este modo, la longitud del tanque vendrá dada por:

$$L = \sqrt{S_{Lá min aDeAgua} \cdot a}$$

Siendo:

L = Longitud del tanque (m)

Sl = Superficie lámina de agua (m²)

a = Relación largo/ancho

Finalmente, la altura recta será:

$$Hr = \frac{St - \left(\frac{1}{2} A \cdot Ht\right)}{A}$$

Hr = Altura recta (m)

St = Superficie transversal (m²)

A = Ancho desarenado-desengrasado (m)

Ht = Altura trapezoidal (m)

La altura trapezoidal, para una inclinación de 45° de la zona trapezoidal, será:

$$Ht = \frac{A}{2} \cdot \frac{\cos 45^{\circ}}{\sin 45^{\circ}}$$

5.2.3. DESENGRASADO

Es el proceso en el cual se eliminan del agua residual las grasas y aceites -en estado libre- y las espumas y flotantes más ligeros que el agua. Dentro de la denominación de grasas y aceites se incluyen las de origen animal, vegetal y mineral.

El fundamento estriba en la separación por diferencia de densidad del aceite con el agua.

Esta separación se rige por la Ley de Stokes. Dentro de los múltiples factores que afectan al rendimiento de separación agua-aceite, cabe destacar como los más importantes el:

- Tipo y composición del aceite.
- Estado del aceite en el agua.
- Régimen de flujo.
- Tamaño de la gota.

Los TIPOS más usuales de desengrasadores son:

- Trampas de aceite: Se suelen utilizar para retirar cantidades muy pequeñas de aceites, por ejemplo, la que se da en los talleres, los restaurantes, los garajes, etc. Sólo requieren una limpieza y atención frecuente
- Preaireación o Desarenador Aerado-Desengrasador: Equipo conjunto de desarenador aerado-desengrasador. Se emplea en las estaciones depuradoras urbanas, para la eliminación conjunta de arenas y de grasas y aceites
- Separadores API. (aguas residuales industriales): Consisten en un canal de sección rectangular de dimensiones apropiadas para que el régimen del flujo sea laminar, con un tiempo de retención tal que permita a las gotas de aceite separarse y alcanzar la superficie, de donde serán eliminadas
- Separadores de placas. (aguas residuales industriales): Los separadores de placas, similares a los separadores API, consiguen aumentar el rendimiento de separación inclinando la superficie del desengrasador, y disminuir la superficie requerida aumentando el tiempo de retención. Destacan los denominados CPI (Cámara de Placas Inclinadas), consistentes en un tanque o cámara con un conjunto de placas corrugadas paralelas formando un paquete, con una inclinación respecto a la horizontal de 45 °. Las gotas de aceites se acumulan en las crestas de las placas, facilitando por coalescencia el ascenso a la superficie de las mismas. Los sólidos en suspensión decantados se deslizan por los valles de las placas hasta la zona de evacuación. En la actualidad, los CPI han desplazado del mercado a los API.

En general, los desengrasadores solos no suelen existir en las depuradoras urbanas, salvo en grandes instalaciones. Por el contrario, con aguas industriales (sobre todo las derivadas del petróleo, cárnicas, mataderos,...) son imprescindibles. En estos casos, la carga hidráulica debe ser $< 25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{h}$ por m^3 de capacidad del desengrasador. Colocar una o más unidades dependerá del volumen de aguas a tratar.

En aguas residuales urbanas la operación desengrasado suele hacerse conjuntamente con el desarenado aireado. En el caso de que éstas fueran muy cargadas, sería necesario el empleo de un desengrasador separado.

Las cantidades de grasas incorporadas en las aguas residuales urbanas son muy variables, pero pueden considerarse unas cifras de 24gr/hab y día, o bien el 28% de los sólidos en suspensión.

5.2.3.1. Dimensionamiento del desarenador aerado-desengrasador

En este caso el desarenado y desengrasado se realizan conjuntamente en un mismo depósito. El desengrasado tiene lugar por la insuflación de aire que desemulsiona las grasas y consigue una mejor flotación de éstas, las cuales se van acumulando en la superficie -evacuándose por vertedero o por barrido superficial-.

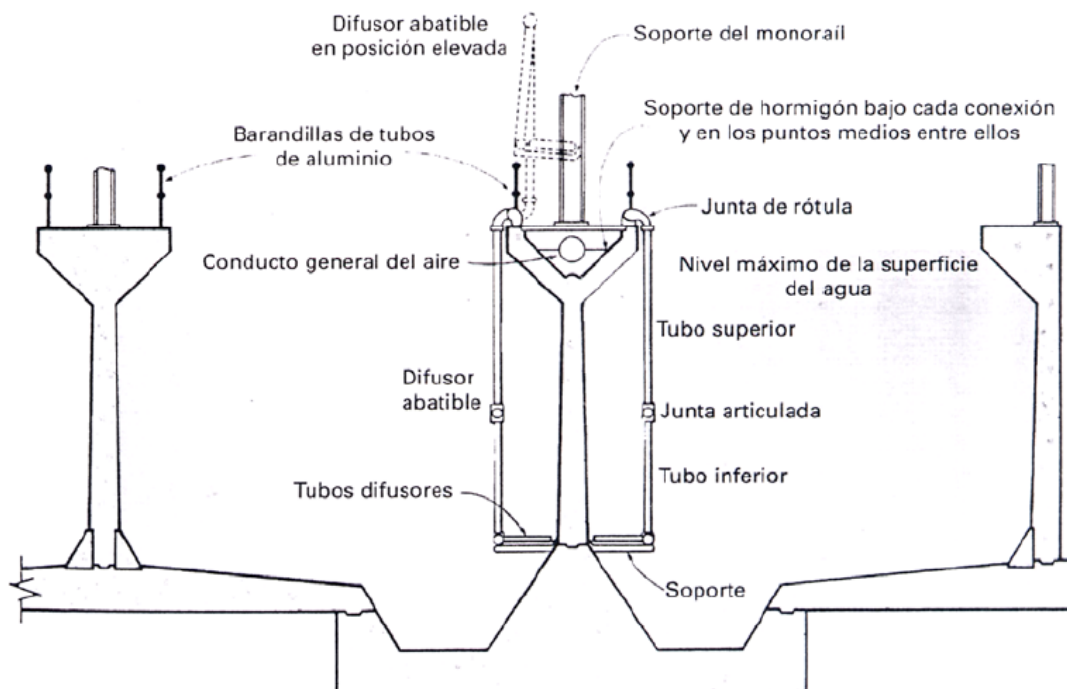
Los parámetros de funcionamiento son:

- El tiempo de retención hidráulica, $t_d \leq 15$ minutos a Q_{med} y, $t_d \geq 10$ minutos a $Q_{máx}$.
- La carga hidráulica máxima de trabajo, V_h , será ≤ 35 m³/m²/hora a $Q_{máx}$.
- Caudal de aire introducido: 0,5 a 2 m³/h por m³ de capacidad del desengrasador
- Por condiciones de mayor rendimiento del aire inyectado se busca un dimensionamiento entre el ancho, largo y no excediendo la altura máxima de 3,5m.

Con los parámetros descritos anteriormente, para el desengrasador, se consigue un rendimiento aproximado de eliminación de grasas del 30%.

Con estos datos se calcula la superficie y el volumen mínimo que debe tener el desarenador – desengrasador si se construye de forma conjunta.

Para la eliminación de las arenas normalmente se diseña un sistema con una bomba móvil que recorre todo el fondo del canal aspirando las arenas. Para la extracción de grasas normalmente se construirá un pozo paralelo donde se acumularán estas hasta que un camión autorizado las lleve a vertederos de residuos tóxicos y peligrosos.



5.3 TRATAMIENTO PRIMARIO

En el caso que nos ocupa, aguas residuales urbanas normales, se realizará mediante decantación primaria. En ocasiones (grandes variaciones estacionales, fuertes puntas de contaminación, etc.), puede ser interesante un tratamiento fisico-químico acompañado obligatoriamente de la decantación.

La decantación es una operación unitaria netamente física que elimina los sólidos en suspensión por diferencia de densidad, de manera que las partículas más pesadas que el agua serán separadas por la acción exclusiva de la gravedad.

El proceso de decantación se basa en una disminución de la velocidad del líquido, de tal forma que permita que la materia sedimentable se deposite en el fondo del equipo. Así pues, se obtiene un líquido claro sobrenadante en la superficie, y unos sólidos en forma de fangos por el fondo. La concentración de estos fangos dependerá de la naturaleza de los sólidos presentes.

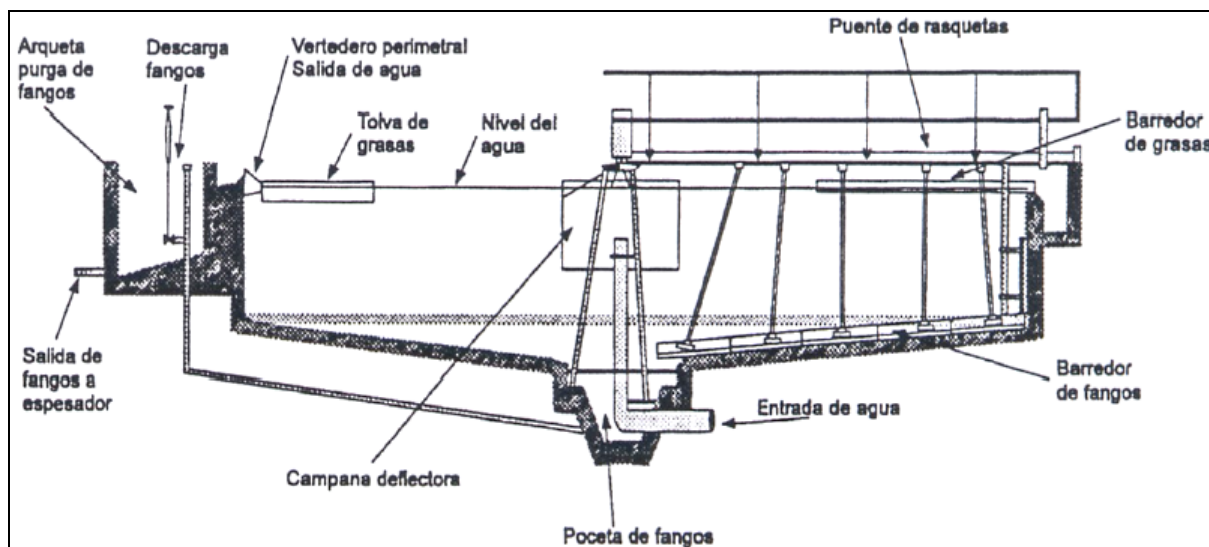
En la decantación las partículas presentan ciertas características que provocan su floculación durante la sedimentación. Así, al chocar una partícula que está sedimentando con otra partícula, ambas se agregan formando una nueva partícula de mayor tamaño, aumentando su velocidad de sedimentación.

Es conveniente la colocación de más de una unidad, por si tiene lugar una avería.

Los elementos fundamentales en todo decantador son:

- Entrada del afluente: Deben proyectarse de forma tal que toda la corriente de alimentación se difunda homogéneamente por el tanque desde el primer momento.
- Deflectores: Suelen colocarse a la entrada y salida de la balsa sirviendo, el primero, para conseguir una buena repartición del caudal afluente y el segundo para retención de sustancias flotantes, grasas y espumas.
- Vertedero de salida: Su nivelación es muy importante para el funcionamiento correcto de la clarificación. Por otro lado para no provocar levantamiento de los fangos sedimentados, la relación del caudal afluente a la longitud total de vertido debe ser menor de 10-12 m³/m²/m.
- Características geométricas: Las relaciones entre ellas deben ser las adecuadas para la sedimentación de los tipos de partículas previstas.

El croquis adjunto muestra la sección de un decantador circular tipo:



Existen múltiples tipos de decantadores, destacando en cuanto a la forma de la planta los que a continuación se indican; la elección de uno u otro tipo, dependerá del tamaño de la instalación, del terreno disponible y sus condiciones, costes, etc.

a) Decantadores Cuadrados

- Su tamaño está limitado a un diámetro de planta $<$ de 6 m (figura 6.18).
- La entrada del agua a depurar se realiza a través del eje central y su salida es por la periferia.
- La acumulación de los fangos se efectúa por gravedad mediante el fondo inclinado en forma de tolva.
- Como mecanismo de arrastre de los fangos a la zona de evacuación -poceta en el centro del decantador-, disponen de rasquetas de fondo que giran en torno al eje central.
- La extracción o descarga de fangos se realiza por la zona inferior central del decantador.
- Esta purga de fangos es periódica, por lo que el automatismo consiste en la temporización regular de los tiempos de funcionamiento y parada de la extracción, mediante bombas especiales o válvulas automáticas.

b) Decantadores Circulares

- Su tamaño no debe superar los 40 m de diámetro.
- La entrada del agua a tratar en el equipo se realiza a través del eje central y es recogida en toda la periferia del mismo. Existe otra modalidad, en la que la alimentación es periférica y la salida es central o también periférica. Hay que distribuir el caudal equitativamente a la entrada y a la salida, colocando una corona de reparto.
- Para facilitar la acumulación de los fangos, se inclina la solera en forma de tolva y mediante rasquetas se arrastran a la zona de evacuación (poceta central).
- Las rasquetas que incorporan pueden ser de dos tipos: de accionamiento central (ya descrito para los decantadores cuadrados) o periférico (un puente radial al que van unidas las rasquetas, gira a través de una rueda tractora por la coronación del muro periférico del decantador).
- La estructura de la rasqueta es variable siendo la más usual, la de "espina de pez", consistente en varias rasquetas equidistantes formando un ángulo constante con el radio del decantador y que arrastran una partícula desde la periferia al centro del decantador, haciendo pasar la partícula de una rasqueta a otra.
- La extracción de los fangos se realiza de forma análoga a los citados decantadores cuadrados.
- Los flotantes se acumulan mediante barredores superficiales que los arrastran a la zona de evacuación, una tolva superficial.

c) Decantadores Rectangulares

- La limitación de tamaño está en no superar los 70 m de largo.
- El agua a depurar entra por un extremo saliendo el efluente por el opuesto, en consecuencia, el flujo es paralelo a la dimensión más larga. Para evitar perturbaciones y conseguir que el caudal se distribuya de forma homogénea a la entrada y a la salida, se colocan deflectores.
- El mecanismo de acumulación de los fangos consiste en un sistema de barrederas - donde cada una ocupa todo el ancho del decantador- accionadas por un sistema de cadenas sinfín que se desplazan en la dirección longitudinal. Una vez que las rasquetas han barrido el fondo, se elevan y recorren el largo del decantador en dirección opuesta volviendo al punto de partida,

aprovechando este movimiento para la acumulación de los flotantes. El material usual de estas barrederas suele ser materiales plásticos (poliéster, ABS junto con fibra de vidrio,...).

- La zona de almacenamiento de fango consiste en una poceta rectangular a lo ancho del decantador, justamente en el lado de entrada del agua. La extracción de los fangos se realiza por succión.
- La eliminación de flotantes se realiza colocando una chapa deflectora delante del vertedero de salida, que evita la salida de los flotantes. Estos se extraen mediante tubos acanalados giratorios.

5.3.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

Aunque el rendimiento del proceso depende de la concentración y floculabilidad de los Sólidos en Suspensión, hay que destacar la incidencia de dos parámetros:

➤ **Tiempo de retención:**

Se define como el volumen del tanque de decantación dividido por el caudal.

$\text{Velocidad Ascensional} = \text{Caudal} / \text{Superficie decantador}$

A partir de este parámetro y del caudal de entrada horario se puede determinar el volumen necesario de decantación primaria:

$$V(m^3) = Q(m^3 / h) \cdot t_{RET}(h)$$

➤ **Carga Superficial o Velocidad Ascensional:**

Se define como el caudal de agua a tratar dividido por la superficie del tanque de sedimentación.

$\text{Tiempo Retención} = \text{Volumen decantador} / \text{Caudal}$

A partir de este parámetro y el caudal de entrada se puede determinar la superficie necesaria de decantación:

$$S_{decantador} = \frac{Q(m^3 / h)}{Cs(m^3 / m^2 \cdot h)} \rightarrow D_{decantador} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{decantador}}{\pi}}$$

A continuación presentamos los valores aconsejables para los parámetros de diseño descritos, editados por el MOPT:

PARÁMETROS	VALORES
Tiempo retención hidráulica	
a Qmed	>2 h
a Qmax	<1 h
Velocidad ascensional	
a Qmed	< 1,3 m/h
a Qmax	< 2,5 m/h
Carga superficial	
a Qmed	$\leq 1,3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$
a Qmax	$\leq 2,5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$
Carga máxima sobre vertedero	
a Qmax	$\leq 40 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m lineal}$
Calado o altura bajo vertedero	2 - 3,5 m

- Deberá dimensionarse para una reducción de S.S. $\geq 65\%$ y una reducción de DBO5 $\geq 30\%$ (cifra normalmente aceptada en aguas residuales urbanas normales).
- Estará equipado con sistema de recogida superficial y evacuación de espumas y flotantes, que NUNCA deberán incorporarse a la línea de agua.
- Los fangos no estarán retenidos más de 5 horas. Su extracción será regulable y controlable mediante temporizadores.
- Se incluirá un By-pass que permita eliminar el proceso de tratamiento biológico.

A continuación se indican aquellos parámetros que son de menor importancia pero también imprescindibles:

➤ **Velocidad de arrastre**

La velocidad de arrastre es importante en las operaciones de decantación. Las fuerzas actuantes sobre las partículas sedimentadas son causadas por la fricción del agua que fluye sobre las mismas. En las redes de alcantarillado, es necesario mantener velocidades suficientemente elevadas para que las partículas no puedan sedimentar. En los tanques de decantación las velocidades horizontales se deben mantener a niveles bajos, de modo que las partículas no sean arrastradas desde el fondo del tanque.

➤ **Producción de fangos**

Se debe conocer o estimar el volumen de fango producido en los tanques de decantación primaria, de modo que el proyecto y dimensionamiento de los tanques, junto con las instalaciones de tratamiento y eliminación del fango se puedan llevar a cabo correctamente.

La cantidad de fangos a extraer de la decantación primaria viene dada por la cantidad de sólidos en suspensión eliminada en el proceso. Si se considera la densidad de fango igual a la del agua, dada su escasa diferencia, el volumen de fangos primarios producidos puede ser aproximado por la siguiente expresión:

$$V_{F. \text{Pr imarios}} = \frac{SS}{10 \cdot C}$$

Siendo:

V = Volumen diario de fangos primarios en m³/d

SS = Cantidad de sólidos en suspensión del fango primario en Kg/d

C = Concentración del fango primario

La concentración del fango primario suele ser la que se adjunta a continuación:

Fangos Primarios	Concentración %		
	Valor mínimo	Valor típico	Valor máximo
Decantadores de succión	1,0	1,5	2,0
Decantadores de pocetas	3,0	5,0	7,0

Para la producción total de fangos habrá de considerar al menos tres sumandos:

- Peso total de fangos producidos por eliminación o decantación de sólidos en suspensión (Total de sólidos en suspensión de entrada x rendimiento previsto en decantación)
- Peso de fangos producidos por precipitación química (Habrá de calcularse en función de los elementos que se hayan pretendido eliminar (fósforo por ejemplo)).
- Retorno de fangos biológicos en exceso (Se obtendrán en el estudio del biológico).

Aplicando a ese peso de fangos obtenidos, la concentración a la que saldrán, obtendremos el volumen de fangos producidos, cuyo destino será en principio el espesador al que llegarán por bombeo.

A continuación se muestran los valores usuales para el resto de parámetros:

PARÁMETROS	VALORES
Velocidad rasquetas	
Cuadrados,Circulares	<120 m/h
Rectangulares	<60 m/h
Potencia Rasquetas	
Cuadrados,Circulares	0,001 CV/m ²
Rectangulares	0,01 CV/m ²
Pendiente Solera	
Cuadrados,Circulares	2-8 %
Rectangulares	1 %
Relación dimensiones	
Cuadrados,Circulares	
Radio/Altura	2,5-8
Rectangulares	
Longitud/Altura	4-35
Longitud/Ancho	1,5-7,5
Corona de reparto (Circulares)	
Diámetro	0,05-0,2 D decantador
Altura	1/3-1/5 Prof Decantador

En los valores expuestos se limitan la velocidad ascensional, el tiempo de retención y la altura, que como se ha visto están relacionados. El ajuste óptimo de estas limitaciones obliga a adoptar profundidades comprendidas entre 2,0 y 2,6 m ya que no se consigue ahorrar superficie de decantación al aumentar la altura por encima de estos valores.

Para evitar perturbaciones en el rendimiento del decantador producidas por el sistema de evacuación de fangos, se limita la velocidad máxima de desplazamiento de las rasquetas. Igualmente se limita el tiempo máximo de retención de los fangos en las pocetas de almacenamiento para evitar su anaerobiosis.

Un valor normalmente alcanzado en la reducción de DBO para aguas residuales urbanas de tipo doméstico es del 30%.

5.3.2. DIMENSIONAMIENTO DEL DECANTADOR PRIMARIO

Se deben tener las siguientes premisas:

- Disponer dos o más tanques con objeto de que el proceso no se interrumpa mientras uno de ellos esté fuera de servicio por razones de reparación o de mantenimiento.
- El caudal se divide entre los diferentes tanques mediante una arqueta de reparto situada entre ellos. El fango se suele extraer mediante bombeo para su descarga a las unidades de evacuación de fangos.
- En los tanques circulares, el sistema de flujo es radial (a diferencia del flujo horizontal que se da en los tanques rectangulares) y la alimentación es por la zona central mediante una tubería suspendida del puente o embebida en hormigón por debajo de la solera.
- El agua se distribuye uniformemente en todas direcciones gracias a una campana circular central. La campana central tiene un diámetro que suele variar entre el 15 y el 20% del diámetro total del tanque, con una profundidad que varía entre 1/3 y 1/5 de la altura máxima.
- El puente rascador gira lentamente ($v < 120$ m/h) y puede tener dos o cuatro brazos equipados con rascadores de fondo. Los puentes también incluyen rascadores superficiales para la eliminación de espumas.
- En los tanques circulares de diámetro superior a 10,5 metros se utiliza un pilar central que soporte el puente rascador y que es accesible por medio de una pasarela para la extracción del tanque. La solera del tanque tiene forma de cono invertido, con una pendiente aproximada de 1/12 y el fango se arrastra a un cuenco relativamente pequeño situado junto a la zona central del tanque.
- Para la recogida de flotantes efectuada por la parte superior de las rasquetas, se estima aproximadamente una producción de 0,005 Kg de grasas por m³ de agua residual con una concentración aproximada de 6 g/l.
- Para el dimensionamiento de las pocetas de fangos, el volumen (m³) necesario vendrá dado por el cociente entre el caudal medio de fangos producidos (m³/h) y el tiempo de retención en pocetas (h).

Teniendo en cuenta estos parámetros, y tomando como modelo un decantador circular, el **proceso de dimensionamiento** se calcula como sigue:

1º) Cálculo de caudales por línea de decantación

2º) Cálculo de la superficie de decantación (S)

$$S_{\text{decantación}} = \text{Máx. } [(Q_{\text{máx.}} / V_{\text{ascensional máx.}}), (Q_{\text{medio}} / V_{\text{ascensional media}})]$$

2º) Cálculo del diámetro del decantador (D)

$$S_{\text{decantador}} = \pi \cdot R_{\text{decantador}}^2 \rightarrow D_{\text{decantador}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{S_{\text{decantador}}}{\pi}}$$

3º) Volumen de decantación (V)

$$\text{Máx. [(Q máx.} \cdot (\text{t r}) \text{ máximo}), (\text{Q medio} \cdot (\text{t r}) \text{ medio})]$$

4º) Altura del decantador (H)

Se obtiene a partir de la expresión:

$$\text{Volumen} = S_{\text{decantación}} \cdot H_{\text{decantación}}$$

5º) Carga en vertedero

Se consideran dos valores para la comprobación:

- $q_{\text{medio}} = Q_{\text{medio}} / \text{Perímetro decantador}$
- $q_{\text{máximo}} = Q_{\text{máximo}} / \text{Perímetro decantador}$

Resultando, por tanto, tal y como se observa válido el dimensionamiento

5.4 TRATAMIENTO SECUNDARIO

Es conocido como tratamiento biológico. Son los encargados de reducir la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) de las aguas residuales, ya sean industriales o urbanas. Los equipos utilizados son los Reactores biológicos.

Estos procesos biológicos de depuración de aguas residuales consisten -en síntesis- en fomentar el desarrollo de unos microorganismos (principalmente bacterias heterótrofas) que, realizando sus misiones metabólicas, forman flóculos que retienen la contaminación orgánica, alimentándose de ella, para posteriormente sedimentar.

El mecanismo de la oxidación biológica, consiste en la asimilación de la materia orgánica degradable biológicamente (DBO) por los microorganismos, en presencia de oxígeno y nutrientes de acuerdo con la siguiente reacción:



Los productos finales del metabolismo aerobio son CO₂ (anhídrido carbónico) y agua.

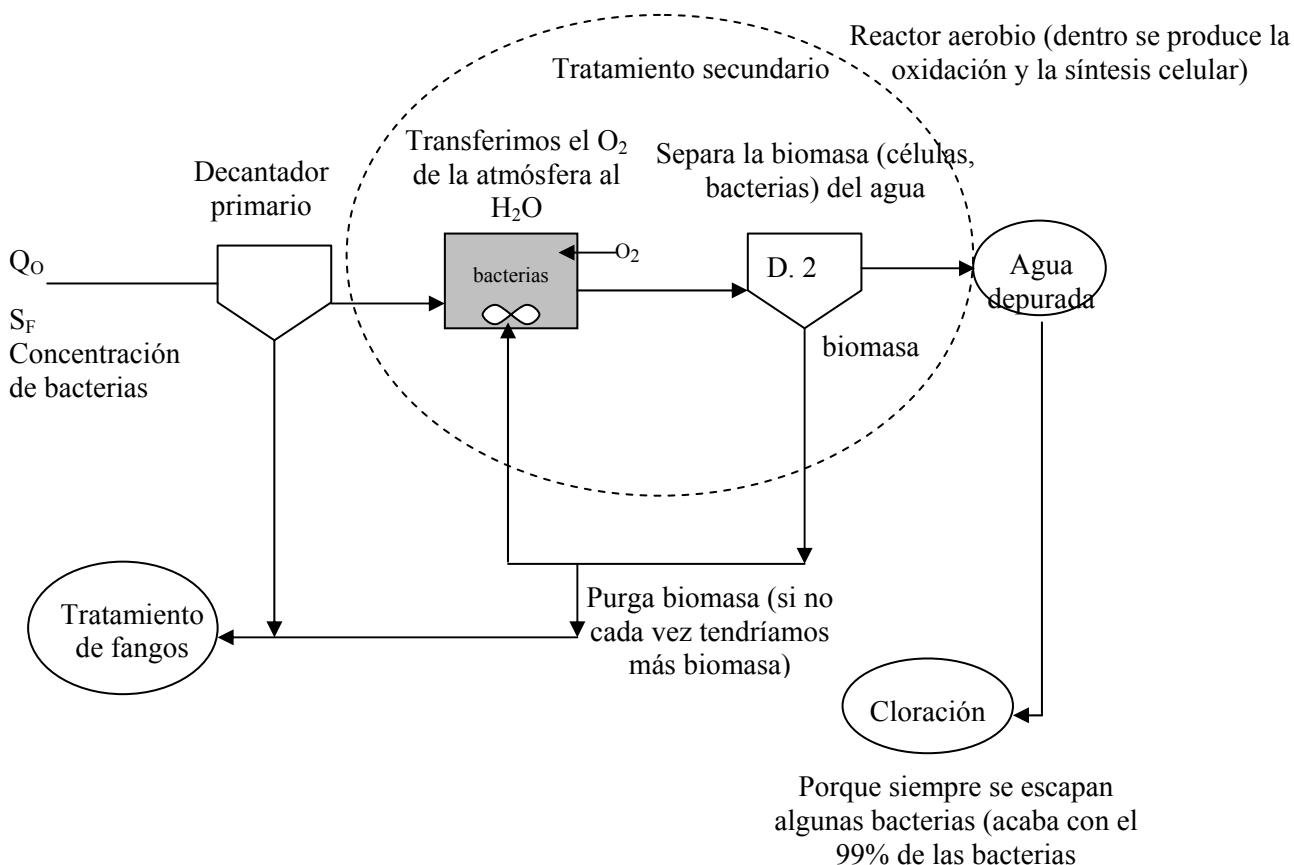
En el apartado “II. FUNDAMENTOS DE LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS” se expusieron los diferentes tratamientos biológicos existentes.

También se mencionó que el tratamiento secundario más comúnmente empleado para las aguas residuales urbanas consiste en un **proceso biológico aerobio** (en presencia de oxígeno) seguido por una decantación, denominada secundaria. Dentro de este tipo de sistemas, el más extendido es el proceso denominado **fangos activos**. A continuación se explican los parámetros de funcionamiento y el dimensionamiento del reactor utilizado en este tipo de tratamiento.

5.4.1. TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE FANGOS ACTIVOS

Este proceso biológico consiste en desarrollar un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculo (lodos activados), en un depósito agitado y aireado (Tanque de aireación), y alimentado con el agua a depurar. La agitación evita sedimentos y homogeniza la mezcla de los flóculos bacterianos y el agua residual (licor de mezcla).

Fangos activos:



La aireación que puede hacerse partiendo del oxígeno del aire, de un gas enriquecido en oxígeno, o de oxígeno puro, tiene por objeto suministrar el oxígeno necesario tanto a las bacterias como al resto de los microorganismos aerobios.

Después de un tiempo de contacto suficiente, el licor de mezcla se envía a un clarificador (decantador secundario), destinado a separar el agua depurada de los fangos; un porcentaje de estos últimos son recirculados al tanque de aireación, para mantener en el mismo una concentración suficiente de biomasa activa. Los fangos secundarios en exceso, se extraen del sistema y se evacúan al tratamiento de fangos.

Las condiciones funcionales serán tales que:

- La cota de la superficie del agua no variará más de 30 mm. frente a variaciones de caudal normales. El resguardo será como mínimo de 50 mm.
- No será posible el paso directo de la lámina superficial al decantador secundario,

- A fin de garantizar una suficiente agitación, la potencia no será inferior a 20 W/m³, en el caso de aireadores superficiales, ni el volumen de aire menor de 0,9 l/m²/seg. en el caso de difusión por burbuja fina.
- Para las plantas más pequeñas, el sistema de regulación de la aportación de aire puede ser mediante arranque y parada por temporizador, programable en ciclos de 48 horas. En general, la regulación será en función del oxígeno disuelto en el reactor biológico.

5.4.1.1. Parámetros de diseño

Para el diseño de una instalación de Lodos Activos, se utilizan una serie de parámetros entre los que destacan:

- **C_m** = *Carga másica* = Indica la relación entre la masa diaria de contaminación que debe eliminarse y la masa de bacterias depuradoras.

Se define como la relación entre la masa de materia orgánica que entra en el reactor por unidad de tiempo y la masa de microorganismos existentes en el mismo. Se expresa en DBO₅ en el influente por día/Kg de MLSS en la cuba.

$$C_m = \frac{Q \cdot S_o}{V \cdot X} <> [\text{kg DBO}_5 \text{ entrada día/ kg MLSS}]$$

Siendo:

Q: Caudal [m³/día]

S_o: Materia orgánica entrante [kg/m³]

V: Volumen de la cuba [m³]

X o MLSS: Concentración sólidos [kg/m³]

- **C_v** = *Carga volumétrica* = Indica la relación entre la masa diaria de contaminación que debe eliminarse y el volumen del reactor biológico.

Se define como la relación masa de materia orgánica que entra en el reactor por unidad de tiempo y volumen de la cuba. Se expresa en kg de DBO₅ en el influente por día / m³ de volumen de la cuba.

$$C_v = \frac{Q \cdot S_o}{V} <> [\text{kg DBO}_5 \text{ entrada día/ m}^3 \text{ cuba}]$$

Permite asegurar un tiempo mínimo de estancia en el reactor biológico a fin de que se puedan desarrollar las reacciones biológicas de este parámetro.

- **t_c** = *Tiempo de Retención Celular o edad de los fangos* = Tiempo de permanencia de los fangos en el reactor biológico.

Se define como la Relación entre la masa de fangos existente en la cuba y la masa de fangos en exceso extraídos por unidad de tiempo. Se expresa en kg de MLSS en la cuba / kg de fango en exceso por día.

$$t_c = E = \frac{V \cdot X}{Q_p \cdot X_r} <> [\text{kg MLSS / kg Fango en exceso / día}]$$

Siendo:

Qp: Caudal [m³/día]

Xr: Fangos en exceso extraídos [kg/m³]

- **th** = Tiempo de Retención Hidráulica = Tiempo de permanencia media del agua a tratar en el reactor biológico.

Estos factores son los principales parámetros que definen los procesos de fangos activos, la carga másica principalmente para diseñar las instalaciones y la edad del fango para definir los procesos de nitrificación.

En función de la carga másica, los **Lodos Activos** se pueden clasificar en tres tipos:

	Cm	Cv	tc (días)	th (horas)
• De baja carga o de Aireación Prolongada	< 0,1	< 0,2	>15	>12 (puede darse el fenómeno de la nitrificación)
• De carga media o Convencional	0,3-0,5	0,32-0,64	5 -15	> 4 h
• De alta carga o Contacto-Estabilización	> 1	> 3	1-5	< 4 h

En la práctica, para los distintos procesos de fangos activos que existen en el mercado, la carga másica varía entre los valores que se indican a continuación junto con el resto de parámetros característicos:

	BAJA CARGA O AIREACION PROLONGADA	MEDIA CARGA O PROCESO CONVENCIONAL	ALTA CARGA O CONTACTO- ESTABILIZACION
Cm (kg DBO ₅ / kg MLSS / día)	0,03 - 0,12	0,1 - 1	0,5 - 1,5
Cv (kg DBO ₅ / m ³ / día)	0,16 - 0,4	0,3 - 3	1,6 - 16
t _c (días)	20 -30	5 - 15	1 – 5
t _h (h)	18 – 36	4 - 8	1 – 4,5
Concentración sólidos MLSS <> [p.p.m.]	3000 - 6000	2000 - 3500	1000 - 6000
Color de los fangos	chocolate	marrón	gris marrón
Recirculación (%)	75 - 500	100	100
Fangos Exceso (kg MLSS/kgDBO ₅ /día)	< 0,6	0,9 - 1	1,2
Respiración endógena (mg O ₂ /g/ h)	< 3	3 - 10	10
Indice de Mohlmann*	50 -100	90 - 160	120 - 250
N total en fangos (mg/g)	50	70	80
Demanda teórica de oxígeno eliminada (Kg O ₂ /Kg DBO ₅)**	≥ 2 ()	≥ 0,85 (Para la real, se tendrá en cuenta la punta y el coeficiente de transferencia)	≥ 0.85 C.contacto ≥ 0,3 C.estabilización ≥ 0,55
Concentración de oxígeno disuelto en la cuba <>[mg/l]	≥ 2	≥ 2	≥ 2
Nitrificación (posibilidad)	Si**	Cm = 0,3 T ≥ 19 °C Cm = 0,4 T ≥ 21 °C Cm = 0,5 T ≥ 23,5 °C	Cm = 0,3 T > 19 °C Cm = 0,4 T > 21 °C Cm = 0,5 T > 23,5 °C

(*) El <Índice de Mohlman> o Índice Volumétrico de Fangos (IVF), es una medida de la sedimentabilidad. Se define como “el volumen en mililitros ocupados por un gramo de sólidos del licor mezcla del fango activado, tras una sedimentación de 30 minutos en una probeta de 1000 ml”. Valores menores de 100, indican buena sedimentación.

(**) Para la real, se tendrá en cuenta el coeficiente de transferencia.

A continuación detallamos otros parámetros importantes a tener en cuenta:

a) Relación entre la Edad del fango y la carga másica

La edad del fango está directamente relacionada con la carga másica, existiendo diversas ecuaciones para el cálculo de una en función de la otra. Las más usuales son:

Eckenfelder: $E = [(0,56 \cdot Cm \cdot R) - (0,75 \cdot b) + (0,5 \cdot Pe \cdot Cm)]^{-1} < > [\text{días}]$

Siendo:

R = Rendimiento en depuración

Pe = Producción específica de fangos Kg MS/ kg DBO₅

Degremont:
$$E = \frac{1}{0,2Cm + Cm^{1,5}} < > [\text{días}]$$

Norma A-131 (ATV):
$$E = SF \cdot 3,4 \cdot 1,103^{(15-T)} < > [\text{días}]$$

Siendo:

SF: factor de seguridad (1,45-2)

T: temperatura (°C)

b) Rendimiento

Relación materia orgánica eliminada (DBO5) y materia orgánica influente. Se expresa en %.

$$R = \frac{(So - Se)}{So} < > [\%]$$

Siendo:

So: Materia orgánica entrante [kg/m3]

Se: Materia orgánica eliminada [kg/m3]

c) Producción de fango

El conocimiento de la producción diaria de fango es importante puesto que afecta al diseño de las instalaciones de tratamiento y evacuación del fango en exceso (purga). La producción diaria de fango puede calcularse con el parámetro **Índice de Producción de Fangos (IF)**, expresado en kg fango exceso/Kg DBO eliminada, y que puede estimarse aplicando una de las siguientes ecuaciones:

Fórmula empírica de Huysken:
$$IF = 1,2 \cdot Cm^{0,23}$$

Siendo:

IF = Producción específica de fangos (kg fango exceso/Kg DBO eliminada)

Eckenfelder:
$$IF = S_{\min} + (a \cdot Le) + Simb - (b \cdot Sv) - Se$$

Siendo:

S_{min}: Kg materia mineral que entra en el reactor diariamente (Kg/d)

a : Coeficiente que representa la fracción de DBO que es sintetizada a nuevo fango biológico. Su valor oscila entre 0,49 y 0,64

Le: DBO eliminada en el proceso

Simb: Sustancias orgánicas no biodegradables en el tanque de aireación

b: Coeficiente que representa la proporción de respiración endógena, expresada en una fracción por día. Su valor oscila entre 0,05 y 0,085.

Sv: Kg de materia volátil (MLVSS) en la cuba de aireación

Se: Sólidos en suspensión que salen en el efluente (Kg/d)

Fórmula Metcalf-Eddy:
$$IF = \frac{Y}{1 + (kd \cdot E)}$$

Siendo Y y Kd coeficientes que oscilan entre 0,04-0,8 el primero y 0,04-0,075 el segundo.

Norma ATV:
$$FE = 0,75 + 0,6 \cdot \frac{SS_{ER}}{DBO_{SER}} - \frac{(1 - 0,2) \cdot 0,17 \cdot 0,75 \cdot EF \cdot 1,072^{(T-15)}}{1 + 0,17 \cdot EF \cdot 1,072^{(T-15)}}$$

Siendo:

FE: fangos en exceso (kd/d)

SS_{ER}: sólidos en suspensión de entrada al reactor (mg/l)

DBO_{5ER}: DBO de entrada al reactor (mg/l)

EF: edad del fango (d)

T: temperatura del licor mezcla (°C)

d) Necesidad y transferencia de oxígeno

Vamos a realizar el cálculo de las necesidades de oxígeno según el método basado en el modelo de Eckenfelder y Lawrence McCarty: Los modelos son básicamente iguales, la única diferencia entre ellos radica en los parámetros utilizados que, en cualquier caso, están unívocamente relacionados entre sí.

Necesidades de O₂ = O₂ necesario para síntesis celular + O₂ para respiración endógena + O₂ para nitrificación - O₂ generado en desnitrificación

- Oxígeno consumido en síntesis celular:

$$O_{sc} = a \cdot R \cdot S_o$$

Siendo:

a = coeficiente estequiométrico que define la necesidad de oxígeno para síntesis expresada a efectos de utilización para el cálculo como KgO₂/KgDBO₅eliminada

R = Rendimiento en eliminación de DBO en biológico

S_o=Kg DBO de entrada a biológico

- Oxígeno consumido en respiración endógena:

$$O_{sc} = b \cdot V \cdot X$$

Siendo:

b = coeficiente cinético que define el desarrollo de la respiración endógena, expresado en KgO₂/KgSSLM/día

V = Volumen del tanque de aireación (m³)

X= Concentración del licor mezcla (kg/m³)

Los valores de a y b para el rango de valores habituales de la carga másica del proceso son los siguientes:

Carga Másica (Kg DBO/d/KgSSLM)	a (Kg O ₂ /KgDBO ₅ eliminada)	b (d ⁻¹) (*)
0,1	0,50	0,136
0,7	0,50	0,131
0,5	0,50	0,123
0,4	0,53	0,117
0,3	0,55	0,108
0,2	0,59	0,092
0,1	0,65	0,066
0,05	0,66	0,040

(*) Los valores del coeficiente cinético b indicados en la tabla son los

correspondientes para $T = 20^\circ$.

Para otras temperaturas puede calcularse con una expresión del tipo:

$$b_T = b_{20^\circ} \cdot \theta^{(T-20)}$$

El valor de θ en el rango de temperaturas de 5 a 35° es del orden de 1,029.

- Necesidades de oxígeno para nitrificación:

La demanda de oxígeno para la realización de las reacciones de oxidación-reducción que tienen lugar en el proceso de nitrificación, consistente en la conversión biológica de NH_4^+ presente en el afluente a formas oxidadas (NO_3^- y NO_2^-), se estiman estequiométricamente en 4,57 Kg O_2 por kilogramo de nitrógeno-nitrato formado.

$$\text{KgO}_2 / \text{dia} = \frac{4,57 \cdot Q \cdot (N - \text{NO}_{3f})}{10^3}$$

Siendo:

$N - \text{NO}_{3f}$ = Nitratos formados, expresados en mg/l de N- NO_3

Q = Caudal diario a proceso (m^3/d)

- Desnitrificación

El proceso de desnitrificación, consistente en la conversión biológica en condiciones anóxicas del NO_3^- formado previamente en el proceso de nitrificación a gas nitrógeno y óxidos de nitrógeno, contribuye a reducir la demanda total de oxígeno del sistema por razón de que la reducción del NO_3^- a nitrógeno gas que tiene lugar en aquél implica el consumo de una fracción de la demanda carbonosa presente. La reducción de la demanda de oxígeno que se produce en el proceso se calcula, estequiométricamente, en 2,86 kg de O_2 por kilogramo de nitrógeno-nitrato reducido.

$$\text{KgO}_2 / \text{dia} = 2,86 \cdot Q \cdot (N - \text{NO}_{3r})$$

Siendo:

$N - \text{NO}_{3r}$ = nitratos reducidos en el sistema por conversión a nitrógeno-gas, expresados en mg/l.

A partir de las necesidades teóricas de oxígeno y conociendo o estimando la eficiencia de la transferencia de oxígeno del sistema de aireación se pueden determinar las necesidades reales de aire que además de lo anterior, deben cubrir el proporcionar un mezclado adecuado y mantener una concentración mínima de oxígeno disuelto en todo el tanque de aireación comprendido entre 1 y 2 mg/l.

El cálculo de las necesidades de aire se hará del siguiente modo:

- Necesidades reales de oxígeno:

Serán las calculadas anteriormente afectadas por un coeficiente de transferencia (Ct):

$$KgO_2 / dia_{REAL} = \frac{KgO_2 / dia_{TEÓRICO}}{C_T}$$

El coeficiente de transferencia se podrá calcular con la expresión:

$$C_T = \left[\frac{S_1}{S_2 - S_3} \cdot K_T \cdot \frac{P_0}{P_a} \cdot \frac{1}{\alpha} \right]^{-1}$$

Siendo:

CT = Coeficiente de transferencia

S1 = Saturación de oxígeno en agua pura a 10°C (=11,33 mg/l)

S2 = Saturación de oxígeno a la temperatura del Licor Mezcla

S2 = $\beta \times S4$

(β =0,95) , S4 = Saturación de oxígeno en agua pura a 20°C (=9,17 mg/l))

S3 = Saturación de oxígeno en Licor Mezcla (=2 mg/l)

KT= Coeficiente de temperatura (=0,8299)

P0= Presión atmosférica al nivel del mar (760mm Hg)

Pa= Presión atmosférica a la altitud de la EDAR en mmHg

α = Coeficiente de intercambio entre el licor y agua pura

(α = Para aireadores de superficie 0,9. Para difusores de burbuja fina 0,6-0,7)

Conocidos los kilogramos de O2 que realmente necesitamos, aplicaremos a este dato el coeficiente de punta para trabajar con las necesidades reales y asegurarnos de cubrir las puntas.

Coeficiente punta a aplicar: Se sitúa en torno a 1,4

El caudal de aire necesario será:

$$Q_{aire} = \frac{O_2_{real} \cdot F}{Ef_{DIFUSOR} \cdot 0,239 \cdot 1,248}$$

Siendo:

F = Factor de punta

El aire atmosférico contiene 20,9 % de O2 en volumen (23,9 % en peso) y pesa 1,248 Kg/m3 a 10 ° C y a la presión atmosférica.

El rendimiento de los difusores de burbuja fina puede estimarse , en primera aproximación, en un 4% por m. de sumergencia, obteniéndose por ejemplo, para 5m. un rendimiento de un 20 % total en la difusión.

e) Necesidades de nutrientes

Para que un sistema biológico funcione correctamente, es necesario que se hallen presentes cantidades adecuadas de nutrientes. Los principales nutrientes son el nitrógeno y el fósforo, basándose en una composición media del tejido celular, se necesitará del orden de un 12,4 % de nitrógeno en peso.

Normalmente, se suele suponer que las necesidades de fósforo son de una quinta parte de este valor.

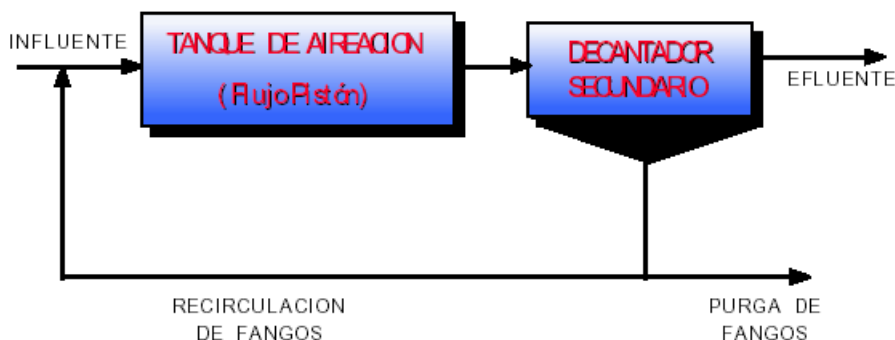
La distribución porcentual de nitrógeno y fósforo en el tejido celular varía con la edad de dicho tejido y con las condiciones ambientales, por lo que estos valores son típicos y no cantidades fijas. Existen otros nutrientes necesarios en la mayoría de los sistemas biológicos tales como sodio, potasio calcio, fosfato, cloruro, sulfato y bicarbonato en cantidades sustanciales así como a nivel de trazas Hierro, Cobre Manganeso, Boro, Molibdeno, Vanadio, Cobalto, Yodo y Selenio. Debido a que la demanda

total de nutrientes depende de la producción celular neta, las necesidades de nutrientes son más reducidas en los procesos que dispongan largos tiempos medios de retención celular, por este motivo, dos plantas de tratamiento de fangos activados con diferentes tiempos medios de retención celular pueden no funcionar igual en el tratamiento de una misma agua residual.

5.4.1.2. Elección del tipo de reactor

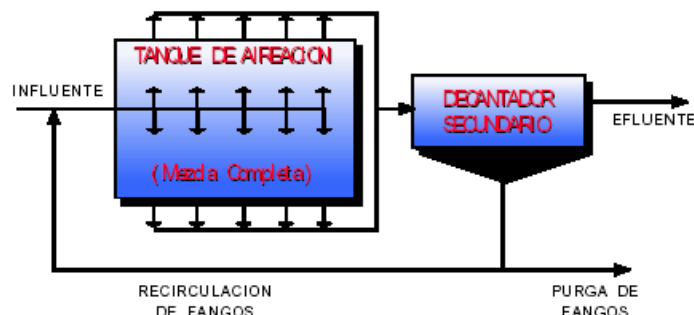
El proceso de Lodos Activos tiene lugar en los reactores biológicos que son unos depósitos en los que tienen lugar las reacciones biológicas. Según la disposición de las unidades de oxidación biológica y de como se lleve a cabo la misma (en reactores de mezcla completa, con o sin recirculación, o en reactores de flujo pistón con recirculación, etc.), los procesos de Lodos Activos, se clasifican en numerosos tipos, destacando los que se indican a continuación. La clasificación se basa en sus características hidráulicas.

- **Flujo en pistón o tubular:** Las partículas del fluido entran, pasan y salen con la misma secuencia. Conservan su identidad y permanecen en el interior del tanque por un tiempo igual al tiempo teórico de retención. Consiste en un tanque de aireación, un clasificador secundario y una línea de retorno de fango. El modelo de flujo es de pistón con recirculación celular. El agua residual influente y el fango recirculado entran en el tanque por un extremo y son aireados durante un periodo de 6 horas. El fango recirculado es del 25-50 % del caudal influente.



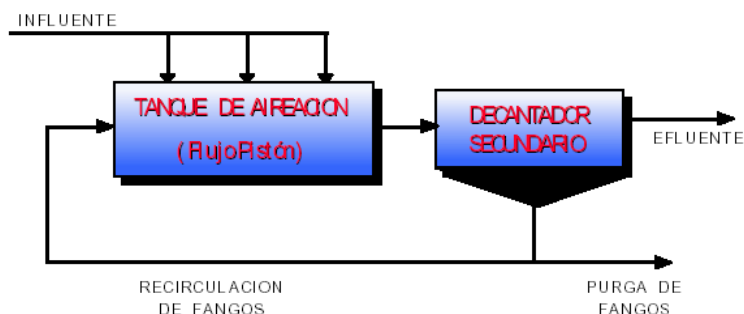
- **Reactores de mezcla completa o Tanque agitado de flujo continuo:** Las partículas que entran en el tanque se dispersan de manera inmediata por todo el volumen del mismo. Las partículas salen del tanque en proporción a su población estadística. La mezcla completa se puede obtener en tanques circulares o cuadrados si el contenido del tanque se distribuye uniforme y continuamente.

Imita al régimen hidráulico existente en un reactor agitado mecánicamente. La carga orgánica en el tanque de aireación y la demanda de oxígeno, son uniformes de uno a otro extremo de aquél. El licor de mezcla al ir atravesando el tanque de aireación desde la entrada al canal efluente, tiene una mezcla completa por medio de aireación mecánica (turbinas) o difusores.

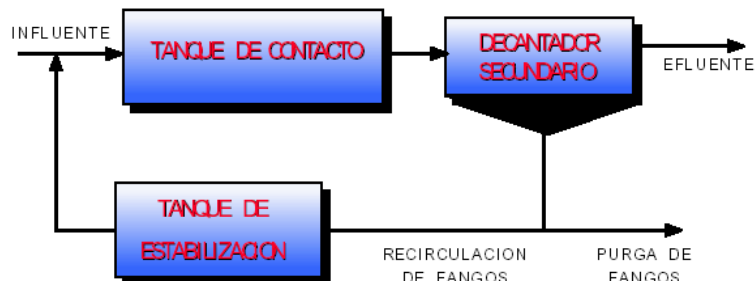


- **Proceso Aireación Escalonada:** Modelan el régimen de flujo situado en el paso intermedio entre el flujo en pistón y el de mezcla completa. Si la serie está formada por un solo reactor prevalece el régimen de mezcla completa, si la serie consta de infinitos reactores, prevalece el de pistón.

Introduce el agua residual en distintos puntos del tanque de aireación, disminuyendo la demanda punta de oxígeno. El tanque de aireación se subdivide por medio de deflectores en cuatro canales paralelos, o más. Cada canal es una fase o eslabón individual, y las distintas fases se conectan entre sí en serie. Si se quiere, se puede utilizar la primera fase para preaireación del fango activado de retorno.



- **Proceso Contacto-Estabilización o tratamiento biológico en varias etapas:** Se utiliza en tratamientos de alta carga másica. Se desarrolla para utilizar las propiedades absorbentes del fango activado; teniendo lugar la eliminación de la DBO en dos etapas: la primera es la absorción en el fango de la mayor parte de las materias orgánicas coloidales (20-40 minutos), y la segunda es la asimilación metabólica de las materias orgánicas absorbidas. El tiempo de retención en el tanque de estabilización es de 3 a 6 horas. A veces, se prescinde de la sedimentación primaria.



5.4.1.3. Dimensionamiento

Conocidos los principales parámetros que definen el tratamiento biológico, los cálculos funcionales a elaborar serán:

1. Cálculo de la edad del fango necesaria para que se produzca la nitrificación
2. Cálculo de la edad del fango necesaria para que se produzca eliminación orgánica
3. La edad del fango necesaria será el máximo entre los dos valores anteriores
4. Determinación del índice de producción de fangos y de producción diaria de fangos en exceso.
5. Fijar la concentración de MLSS
6. Cálculo del volumen de reactor

$$V(m^3) = \frac{EF \cdot FE}{MLSS}$$

7. Cálculo de la carga másica con la edad de fango obtenida y de la carga volúmica
8. Determinación de si es posible la eliminación orgánica con la carga másica obtenida, es decir si en función del tipo de proceso elegido nos encontramos en el intervalo de valores de carga másica adecuados en función de las tablas anteriores

Condiciones funcionales:

Las cubas de aireación son en general abiertas y se construyen de hormigón armado. La configuración hidráulica del sistema debe garantizar que, frente a las normales variaciones del caudal, la superficie del licor mezcla no variará más de 30 mm y que esta variación no tendrá influencia en el rendimiento del sistema de aportación de oxígeno. Al mismo tiempo, la configuración hidráulica debe impedir el paso directo de la lámina superficial al decantador secundario. En los casos que se utiliza vertedero se prevee un sistema deflector.

La cuba debe proyectarse con un resguardo hidráulico suficiente (>0,5 m) a fin de evitar salpicaduras y proyecciones de fangos y espumas.

Si el sistema de aireación es por difusores, la profundidad del tanque deberá ser de 3 a 9 m y la relación anchura profundidad de los tanques deberá ser entre 1 a 1 y 2,2 a 1.

Otras fórmulas de dimensionamiento del reactor:

El volumen de la cuba de aireación puede calcularse del siguiente modo:

$$V(m^3) = \frac{E \cdot y \cdot Q \cdot (S_o - S)}{X \cdot (1 + K_d \cdot E)}$$

Siendo:

Y = Coeficiente de crecimiento bacteriano (oscila entre 0,4 - 0,8)

Q = Caudal de aguas residuales (m³/d)

X = Concentración de MLSS en cuba de aireación (kg/m³)

K_d = Coeficiente de eliminación de bacterias (oscila entre 0,04 - 0,075)

Un método más sencillo consiste en calcular el volumen en función de la carga másica y la concentración de MLSS en la cuba

$$V(m^3) = \frac{DBO_{entrada}}{C_m \cdot MLSS_{EnCuba}}$$

Si el proceso incluye eliminación de nitrógeno por nitrificación-desnitrificación, será necesario un volumen de la cámara de anoxia. Este se calcula mediante la expresión:

$$t_R = \frac{NO_3 \text{ a Reducir}}{Kn \cdot X_v}$$

Siendo:

Tr = Tiempo de retención en horas

Kn = Coeficiente cinético de desnitrificación: $Kn = 3,25 - 1,02^{T-20}$

Xv = concentración de sólidos volátiles en la cuba (su valor se encuentra en torno al 67% de los SS)

Limitaciones al proceso:

El tiempo de retención mínimo nunca puede ser inferior a 1,5 h.

La experiencia dice que en la zona anóxica las bacterias nitrificantes nitrosomas y nitrobacter están en estado latente y si el tiempo de retención en esta zona fuera muy alto las bacterias desaparecerían. Por este motivo el volumen en la zona anóxica no debe superar el 30% del volumen total de nitrificación-desnitrificación

5.4.1.4. Necesidades de recirculación

La finalidad de la recirculación de fangos es mantener una concentración suficiente de fangos activados en la cuba de aireación, de forma que pueda obtenerse el grado de tratamiento deseado.

La relación de recirculación Qr/Q (Caudal de fangos recirculados/Caudal de agua a tratar) se puede calcular teóricamente mediante la relación:

$$(Q_r + Q) \cdot X = Q_r + X_r$$

Siendo:

Qr = Caudal de fangos recirculados (en m3/h)

Q = Caudal de agua residual a tratar (en m3/h)

X = Concentración de fangos recirculados (Kg/m3)

La concentración de fangos recirculados, es variable a lo largo del tiempo, si bien a efectos de diseño pueden tomarse los siguientes valores:

- Decantadores con rasquetas : De 7 a 10 g/l
- Decantadores de succión: De 5 a 8 g/l

Sin embargo la capacidad de recirculación se diseña es mayor dada la influencia que tiene ésta en la clarificación del efluente. El fango se extraerá de los decantadores tan pronto como se forma, para evitar su ascenso y por tanto posibles pérdidas con el efluente, no siendo aconsejables tiempos excesivos de retención para formar un fango denso que acorte las necesidades de bombeo.

Son recomendables los siguientes grados de recirculación:

- Procesos de carga másica media: 75-100%
- Procesos de muy baja carga másica o Aireación Prolongada : 100-150%

En el caso de que en el proceso se incluya eliminación de nitrógeno (Proceso de nitrificación-desnitrificación), los cálculos serían los siguientes:

	Proceso convencional	Aireación prolongada	Contacto-estabilización
Capacidad (% Qmed)	$\geq 100\%$	$\geq 150\%$	$\geq 100\%$
Nº de unidades iguales	≥ 2	≥ 2	≥ 2
Capacidad de reserva	$\geq 50\%$	$\geq 50\%$ (si airlift, 1 compresor)	50%
Funcionamiento bombas	Todas las bombas podrán trabajar en paralelo		
Control de recirculación	La recirculación se podrá controlar y regular mediante cuenta-horas que totalicen el tiempo de funcionamiento de los equipos de bombeo y temporizadores programables en ciclos de 48 horas.		
Medida	Para > 50.000 habitantes equivalentes, la medida se hará mediante método directo y totalización.		

- A efectos de cálculo, se supondrá que la concentración del fango recirculado es, como máximo de 8.000 mg/l si el decantador secundario es de extracción central y 6.000 mg/l si es de succión.
- La recirculación se hará con equipos de bombeo que no rompan el flóculo (tipo vortex, de flujo radial con rodete abierto, Tornillo de Arquímedes, especiales, etc.)

5.4.1.5. Sistemas de aireación y agitación

➤ Agitación:

A fin de garantizar suficiente agitación, la potencia no debe ser inferior a 20 W/m³ para aireadores superficiales ni el volumen de aire menor de 0,9 l/m²/s en el caso de difusión por burbuja fina.

➤ Aireación:

En general, la regulación del sistema de aportación de aire será en función del oxígeno disuelto en la cuba, para las plantas más pequeñas, puede ser mediante arranque y parada por temporizador.

Los sistemas de aireación utilizados para introducir aire en el tanque de aireación son:

- Aireadores mecánicos: Hay dos tipos: de superficie (rotores sumergidos total o parcialmente montados en el centro del tanque de aireación) y de turbina (de flujo ascendente, basan su eficacia en la agitación de la superficie y en el arrastre de aire).

Para los aireadores de superficie:

- Se recomienda que la aportación nominal, a efectos de cálculo sea $\leq 2 \text{ KgO}_2/\text{kWh}$.
- Cada cuba de aireación se equipará, como mínimo, con dos (2) aireadores superficiales, siempre que su potencia unitaria sea $\geq 15 \text{ CV}$

- No se aconseja instalar ningún aireador superficial de potencia ≥ 70 CV.
- El factor de servicio de los reductores será, como mínimo, dos (2).
- Difusores porosos sumergidos o boquillas (figura 3.32): Se diseñan para que produzcan burbujas pequeñas (difusor de burbuja fina) o relativamente grandes (difusor de burbuja gruesa). Son de naturaleza cerámica y proporcionan de 5 a 25 m³/h. El aire que se le introduce debe ser limpio y estar exento de polvo para evitar colmatarlos.

Par a la difusión de aire por burbujas:

- A efectos de cálculo, la aportación específica no se considerará superior a 3,5 KgO₂/kWh para burbuja fina y a 1,8 KgO₂/kWh para burbuja gruesa.
- La velocidad del aire en las tuberías estará comprendida entre 10 y 20 m/seg.
- En el cálculo de los equipos de producción de aire, se tendrán en cuenta las siguientes limitaciones:
 - a) La presión de aire, a la entrada de los difusores será $\geq 1,25$ veces su calado.
 - b) La pérdida de carga en un difusor nuevo estará comprendida entre 0,10 y 0,20 m. de columna de agua.
 - c) El suministro de aire se realizará, como mínimo, con dos (2) unidades en paralelo, previendo, necesariamente, una de reserva.

5.4.2. DECANTACIÓN SECUNDARIA

Los clarificadores o decantadores secundarios se utilizan para separar el agua tratada de los fangos activados. Su principio de funcionamiento es similar al del decantador primario.

5.4.2.1. Parámetros de diseño

Se diseña de forma que sus dimensiones sean suficientes para asegurar la decantación de los sólidos sedimentables y que el tiempo de retención de los fangos sea el mínimo posible para evitar anaerobiosis.

Este tiempo depende de la velocidad ascensional de las partículas en suspensión y de la forma de recogida de los fangos sedimentados, que se recirculan a la cuba de aireación. Los fangos activados son floculantes, con densidad próxima a la del agua, por lo que la sedimentabilidad depende de numerosos factores, pudiendo ser afectados durante el tratamiento por variaciones de temperatura, carga de oxígeno disuelto, etc.

La **sedimentabilidad** puede controlarse mediante el **<Índice de Mohlman> o Índice Volumétrico de Fangos (IVF)**, que se define como “el volumen en mililitros ocupados por un gramo de sólidos del licor mezcla del fango activado, tras una sedimentación de 30 minutos en una probeta de 1000 ml”. Valores menores de 100, indican buena sedimentación.

Los principales parámetros de un decantador secundario son:

➤ Caudales medio y punta

Si los criterios de diseño no atienden a las puntas de caudal puede producirse la pérdida de gran cantidad de sólidos en el efluente. La carga hidráulica se basará en condiciones de caudal punta.

➤ **Carga hidráulica, Velocidad Ascensional o Carga Superficial:**

Volumen de agua tratada en el decantador, por metro cuadrado de superficie y por unidad de tiempo. Determina la superficie de decantación, que será el resultado de dividir el caudal por ella. Se mide en $[m^3/m^2 \cdot h]$.

➤ **Carga de sólidos**

Masa de sólidos en suspensión en el decantador por metro cuadrado y por unidad de tiempo. Cuando la concentración de sólidos en suspensión en los fangos activos es superior a 3 g/l, la superficie necesaria de decantación puede depender de la carga de sólido, en cuyo caso ésta será la resultante de dividir los sólidos a la entrada en Kg SS/h por la citada carga de sólidos. Se mide en $[kg \text{ de SS}/m^2/h]$

➤ **Tiempo de retención:**

Determina el volumen del decantador. Para procesos de media carga másica se emplean tiempos superiores a 3 horas y para procesos de aireación prolongada los tiempos oscilan entre 3 y 5 horas.

Definido el tiempo de retención, obtendremos el volumen de decantación como resultado de multiplicar este valor por el caudal máximo.

➤ **Carga sobre vertedero:**

Es un valor importante, para evitar arrastres de sólidos en suspensión por efecto de la velocidad de salida del efluente. La profundidad mínima debajo de los vertederos, deberá ser de 3 m.

Los valores que se adoptan para la carga sobre vertedero son de 4 a 6 $m^3/ml.h$ a caudal medio y de 8 a 12 $m^3/ml.h$ a caudal máximo

➤ **Calado del decantador**

Conocidas la carga superficial y el volumen del decantador obtenemos la altura del mismo. Ésta debe ser suficiente para permitir las fluctuaciones inevitables del lecho de fangos por variación de las condiciones hidráulicas y climáticas. La altura irá en función del diámetro del decantador, siendo recomendable que sea superior a 3 metros.

Los valores característicos para un decantador secundario son:

Proceso	Baja Carga o Aireación prolongada	Media carga o proceso Convencional y Alta Carga o Contacto-estabilización
Carga superficial $[m^3/m^2 \cdot h]$	a Qmed: $\leq 0,5$ a Qmax: $\leq 0,9$	a Qmed: $\leq 0,8$ a Qmax: $\leq 1,5$
Carga sólidos (MLSS >2.500 ppm) $[Kg/m^2/h]$	a Qmed: $\leq 1,8$	a Qmed: $\leq 2,5$
	a Qmax: $\leq 3,2$	a Qmax: $\leq 4,5$
Tiempo de retención Hidráulica [horas]	a Qmed: $\geq 3-5$	a Qmed: ≥ 3
Q/ml de vertedero $[m^3/h]$	a Qmed: ≤ 12 a Qmax: ≤ 20	a Qmed: ≤ 12 a Qmax: ≤ 20
Calado en el borde [m]	> 3	> 3

- En su dimensionamiento influye el Índice Volumétrico del Fango (SVI).

Al igual que los decantadores primarios existen múltiples tipos de decantadores, destacando en cuanto a la forma de la planta, la elección de uno u otro tipo, dependerá del tamaño de la instalación, del terreno disponible y sus condiciones, costes, etc.

a) Decantadores Circulares

Los decantadores circulares de rasquetas contarán con un sistema de arrastre de fangos que se desplace a una velocidad perimetral de 120 m/h como máximo. Su pendiente de solera será del 4 % y el calado en el borde, comprendido entre 2,5 y 3,5 m. Además estarán equipados con un sistema de recogida superficial de espumas y flotantes, siendo bueno que existan paletas de espesamiento en el pozo central de recogida de fangos.

Para decantadores circulares con diámetro superior a 35 m, se recomienda la recogida de fangos por succión, la cual habrá de realizarse en un radio para diámetros hasta 45 m y en todo el diámetro a partir de éste valor. Así, en función del diámetro necesario se selecciona el tipo de decantador:

- Para diámetros < 35 m. El decantador será de extracción central
- Para diámetros $35 < \phi < 45$. El decantador será de succión.
- Para diámetros > 45 m. El decantador será de extracción radial.

b) Decantadores Cuadrados

En los rectangulares, cuya ventaja con respecto a los anteriores es la de permitir una implantación más compacta de todo el tratamiento biológico, se emplea una relación longitud anchura de 3-6 y una profundidad de entre 2,5 y 4 m. Siendo la pendiente de solera del 1 %. El sistema de arrastre de fangos se desplazará como máximo a una velocidad lineal de 60 m/h.

5.4.2.2. Dimensionamiento

En base a los parámetros definidos anteriormente, el proceso de dimensionamiento de un decantador será:

- Caudal punta: Para obtener la carga hidráulica.
- Velocidad Ascensional o Carga Superficial: Que determina la superficie del decantador.
- Tiempo de Retención: Que determina el volumen del decantador:
 - Biológicos con Carga Másica media > 3 h.
 - Biológicos de Aireación Prolongada 3-5 h.
- Carga de vertedero: Es igual al Caudal de agua tratada/mlineal de vertedero:
 - $4-6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ (Caudal med.).
 - $8-12 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ (Caudal máx.).
- Calado del decantador: O altura interior del agua, que debe ser > 3 m.
- Carga de sólidos: Es igual a los kg de SS/ $\text{m}^2 \cdot \text{h}$.
- Grado de recirculación de fangos: Determina la concentración de SS del fango recirculado y condiciona el volumen y el tiempo de permanencia del fango en el clarificador.

5.4.3. FANGOS EN EXCESO

Los principales parámetros de diseño son:

- Producción de fangos: kg de Fango/ kg DBO₅ eliminada
- Deberá instalarse una bomba de reserva
- Capacidad de bombeo suficiente para extraer el volumen diario en 6 horas como máximo
- Concentración de fango recirculado: Como máximo 8.000 mg/l para decantador secundario de extracción central y 6.000 mg/l para decantador secundario de succión.
- Control: Por cuenta-horas. Para $P > 50.000$ habitantes-equivalentes, mediante medida directa y totalización del caudal extraído.
- Incorporación a la línea de tratamiento: A decantación 1ª, para $P \leq 50.000$ habitantes-equivalentes. Para $P > 50.000$ habitantes-equivalentes, se puede considerar su envío al tratamiento posterior separado de los primarios.

Una vez determinada la producción de fangos en exceso en kg/d de masa seca, conociendo la concentración de purga de dicho fango, se puede determinar el caudal de purga necesario en el proceso:

$$Q(m^3 / h) = \frac{Fe(kg / dia)}{Concentración(kg / m^3)}$$

Siendo:

Fe = Fangos en exceso

5.5 DESINFECCIÓN DEL EFLUENTE

En general no se efectuará, aunque la planta debe estar dotada de esta instalación para ser usada en caso de emergencia. Para poblaciones inferiores a 25.000 habitantes equivalentes se utiliza hipoclorito sódico, siendo más aconsejable el cloro gas para plantas mayores. La dosificación deberá ser automática en función del caudal.

Los principales parámetros de diseño son:

- Selección del tipo de tratamiento
 - $P \geq 25.000$ habitantes-equivalentes: Cloro-gas, si se desinfecta asiduamente. Hipoclorito, si se desinfecta de forma esporádica.
 - $P < 25.000$ habitantes-equivalentes: Hipoclorito sódico.
- Se aconseja que la dosificación sea automática, en función del caudal.
 - Capacidad de dosificación, a Q_{máx}: 6ppm
 - Capacidad de almacenamiento: 15 días
 - Tiempo de contacto, a Q_{máx}: ≥ 15 minutos

- Se tendrá en cuenta un sistema de detección y prevención de posibles fugas, así como de neutralización de las mismas, en caso de empleo de cloro-gas (BOE 913184).
- Se recomienda la existencia de una unidad de dosificación de reserva.

5.6 ESPESAMIENTO DE FANGOS

Las plantas de tratamiento de aguas residuales (urbanas e industriales) concentran los contaminantes separados en el proceso de depuración, en forma de fangos. A estos fangos, hay que someterlos a determinados procesos que reducirán su facultad de fermentación y su volumen. Las características de los fangos son consecuencia del uso que se les haya dado a las aguas y de los sucesivos procesos de depuración a los que se han visto sometidos. Los fangos se producen por sedimentación en los decantadores de los distintos procesos de tratamiento. En plantas depuradoras con tratamientos biológicos, se generan en dos procesos:

- Fangos Primarios : Las partículas sólidas más gruesas se depositan en el fondo del decantador primario.
- Fangos Secundarios : Las partidas más finas y disueltas, se fijan y metabolizan por las bacterias, que se multiplican en presencia de oxígeno durante la operación de aireación. Esta biomasa bacteriana se separa en el decantador secundario, para producir los fangos secundarios. Una parte de esta biomasa es recirculada al tanque de aireación; la otra se extrae constituyendo los fangos biológicos en exceso.

Los Fangos primarios y secundarios se pueden juntar, dando lugar a los denominados “FANGOS MIXTOS”.

El TRATAMIENTO de los FANGOS, depende de su composición química y del tipo de agua residual del que proviene.

El espesamiento o concentración de fangos se puede llevar a cabo mediante dos operaciones:

- Espesamiento

El espesador es un depósito cilíndrico terminado en forma cónica. Tiene una entrada (para los fangos a espesar) y dos salidas: una por la parte inferior (fango espesado) y otra por la parte superior para el sobrenadante o agua separada de los fangos. Los espesadores pueden ser dinámicos o estáticos, según tengan rasquetas o no. El tipo de fango que le llega puede ser primario, secundario o mixto.

- Flotación

Consiste en inyectar aire a presión al líquido a tratar y seguidamente pasar la mezcla al equipo de flotación. Al entrar la mezcla en el decantador, pasa por una válvula que reduce la presión, con lo que el aire que se había disuelto a presión se libera en forma de pequeñas burbujas que se adhieren a las partículas en suspensión, elevándolas a la superficie. Sobre la superficie se forma un manto de fango que mediante una rasqueta superficial se barre hacia la arqueta. Este tipo de concentración (flotación con aire), se aplica a Fangos ligeros (Fangos Secundarios), en concreto a los procedentes de Lodos Activos.

a) Espesamiento por gravedad

Se emplea:

- Antes del secado, en instalaciones de aireación prolongada.
- Antes o después de la estabilización aerobia, en este último caso con recirculación para mantener la concentración en ésta.

- Antes de la digestión anaerobia.

Parámetros de diseño:

Valores límites	Carga de sólidos Kg/m ² /día	Carga hidráulica m ³ /m ² /h	Tiempo de retención horas	Concentración de fango espesado gr/l
Fangos primarios	< 130	< 1,40	> 24	80-100
Fangos activos	< 35	< 0,45	> 24	20-30
Fangos mixtos	< 70	< 0,90	> 24	40-70
Fangos aireación prolongada	< 35	< 0,45	> 24	20-30
Fangos estabilización aerobia	< 35	< 0,45	> 24	25-35

Otras consideraciones:

- El sobrenadante se envía a cabecera de la instalación.
- La carga de sólidos por ml de rasqueta debe ser ≤ 40 Kg/m (para el par torsor).
- Para $P \geq 50.000$ habitantes equivalentes, puede ser conveniente la adopción de dos (2) líneas diferentes de espesado.

b) Flotación:

Este tipo de espesamiento no tiene aplicación para los fangos primarios.

Parámetros de diseño:

	Fangos primarios	Fangos activos	Fangos mixtos
Carga sólidos [Kg/m²/h]	-----	< 4	< 5
Carga hidráulica [m³/m²/h]	-----	< 2	< 2
Tiempo retención [horas]	-----	≥ 2	≥ 6

Los rendimientos de la flotación oscilan entre el 3 y el 4% de concentración del fango, con una recuperación elevada de los sólidos, del orden del 85%. Con el uso de polielectrolito, se puede llegar a concentraciones del 6% y recuperación de sólidos de hasta el 95%.

Los parámetros de diseño se mueven entre los siguientes valores:

- Relación A/S: 0,01 a 0,06 kg de aire/kg de fango
- Carga de sólidos: 3 a 4 kg/m²/h

- Carga hidráulica: 75 a 120 m³/m²/d
- Tiempo de retención: 10 a 14 minutos

A continuación pasamos a describir el dimensionamiento de un espesador de gravedad. El diseño de un flotador se realiza de manera similar al del espesador por gravedad pero teniendo en cuenta sus parámetros de diseño.

5.6.1.1. Dimensionamiento del espesador de gravedad

- 1) Cálculo de la superficie del espesador:

$$S = \frac{Qf / 24}{Ch / n^{\circ}}$$

Siendo:

S = Superficie del espesador (m²)

Q = Caudal de fangos que entran en el espesador (m³/d)

Ch = Carga hidráulica (m³/m².h)

N^o = Número de unidades funcionando

- 2) Volumen del espesador:

$$V = \frac{Vf \cdot Tr}{24 \cdot n^{\circ}}$$

Siendo:

V = Volumen espesador (m³)

Vf = Volumen de fangos a espesar (m³)

Tr = Tiempo de retención (h)

N^o = Número de unidades en funcionamiento

Disponiendo de la superficie y el volumen del tanque la obtención de la altura es directa, no obstante ésta influye sobre la capacidad de espesamiento resultando los valores comprendidos entre 2,5 y 3 m los más adecuados tanto desde el punto de vista técnico como del económico.

- 3) Carga de sólidos:

$$Cs = \frac{Ft}{S \cdot n^{\circ}}$$

Siendo:

Cs = Carga de sólidos (kg/m².d)

Ft = Peso total de fangos a espesar (kg/m².d)

Se = Superficie del espesador (m²)kg/d)

N^o = Número de unidades en funcionamiento

- 4) Volumen de salida:

$$Vfs = \frac{Ft}{Ps}$$

Siendo:

Vfs=Volumen de fangos de salida (m3/d)

Ft = Peso total de fangos (kg/d)

Ps= Concentración de fangos de salida (kg/m3)

5) Caudal de reboses:

$$Q_r = Q_e - Q_s$$

Siendo:

Qr = Caudal de reboses (m3/d)

Qe = Caudal de fangos de entrada (m3/d)

Qs = Caudal de fangos de salida (m3/d)

5.7 ESTABILIZACIÓN DEL FANGO

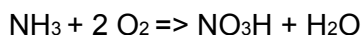
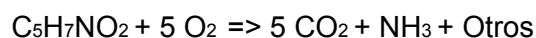
La digestión de un fango supone la destrucción de la materia orgánica contenida en el mismo. Esta destrucción se puede llevar a cabo de varias formas: Digestión Aerobia, Digestión Anaerobia, Laguna de Lodos y Tanques Imhoff. Por su importancia y aplicación práctica, solo se abordará las dos primeras.

Se puede establecer el siguiente cuadro comparativo:

	Digestión aerobia	Digestión anaerobia
Reducción de volátiles	Menor	Mayor
Velocidad de degradación	Mayor	Menor
Productos de degradación	CO ₂ – H ₂ O – NO ₃	CH ₄ – CO ₂ – H ₂ O – NH ₄
Carga orgánica del sobrenadante	Baja < 500 mg/l DBO ₅	Alta > 500 mg/l DBO ₅
Filtrabilidad del efluente, frente a la deshidratación mecánica	Regular	Buena
Flexibilidad del proceso a las variaciones de carga y a la existencia de sustancias nocivas	Mayor	Menor
Reducción de cantidad final de fango	Menor	Mayor
Facilidad operación	Mayor	Menor
Costos instalación	Normales	Altos
Costos explotación	Altos (energía de aireación)	Bajos (energía del gas producido para calefacción de fangos)
Posibilidad aprovechamiento del excedente energético	No	Si (energía eléctrica, calefacción de edificios y energía mecánica)

5.7.1. DIGESTIÓN AEROBIA

También conocida como estabilización de fangos; se basa en la destrucción de la materia orgánica contenida en los fangos, debido a la asimilación hecha por células biológicas en presencia de oxígeno libre molecular. Esta asimilación se puede reflejar mediante las siguientes ecuaciones:



Se aplica usualmente a los fangos mixtos y secundarios. Es un proceso sencillo y de bajo coste de instalación; pero debido a la energía que precisa para mantener el fango aireado, hace que este proceso sólo se utilice para plantas pequeñas. El volumen de fangos digeridos vía aerobia, es del mismo orden que en el caso de que se utilice la vía anaerobia; sin embargo los primeros son de mejores características. Así, los fangos aerobios, debido a su menor resistencia específica a la filtración, se deshidratan más fácilmente.

Los parámetros son:

- El tiempo de retención hidráulica t_d será:
Para fangos mixtos y $T \geq 15^\circ\text{C}$: $t_d \geq 15$ días
Para fangos activados y $T \geq 15^\circ\text{C}$: $t_d \geq 12$ días
- La carga de sólidos volátiles será:
Para fangos mixtos $\leq 3 \text{ KgSV/m}^3/\text{día}$
Para fangos activados $\leq 2 \text{ KgSV/m}^3/\text{día}$
- La concentración de sólidos totales será $\leq 25 \text{ gr/l}$
- La reducción de SV será como mínimo del 40%.
- La concentración de oxígeno disuelto será $\geq 2 \text{ mg/l}$.
- La demanda de oxígeno será: $\geq 2 \text{ Kg O}_2/\text{Kg SV reducidos} + 1,8 \text{ Kg O}_2/\text{Kg DBO}$, en fangos primarios.
- La potencia de agitación será $\geq 30 \text{ W/m}^3$, en caso de difusión con burbuja fina, el aire suministrado para agitación será $\geq 1,4 \text{ l/m}^2/\text{seg}$.

5.7.2. DIGESTIÓN ANAEROBIA

Es un proceso biológico en el cual la materia orgánica biodegradable es asimilada por una serie de microorganismos específicos, empleando parte de esta materia orgánica en la síntesis de nuevas células (nuevos microorganismos), sufriendo el resto un proceso de oxidación hasta los productos finales (metano y anhídrido carbónico). Este proceso se produce en total ausencia de oxígeno disuelto. El mecanismo aceptado actualmente para explicar la biodegradación anaerobia se compone de cuatro fases consecutivas:

- 1) Fase de hidrólisis.
- 2) Fase ácida.
- 3) Fase acetogénica.
- 4) Fase metánica.

Los parámetros controladores son:

- **Temperatura:** Es un parámetro esencial. Cuando aumenta la temperatura, las reacciones biológicas son más rápidas, hasta una temperatura límite. La situación menos favorable y económica, tanto de velocidad de reacción como de consumo de energía, es trabajar a temperaturas de $20\text{-}45^\circ\text{C}$ (nivel mesofílico).

- **Anaerobiosis:** Ausencia total de oxígeno. Se trabaja en tanques de digestión cerrados, que permitan la salida del gas (metano).
- **pH:** Entre 6 y 8.
- **Acidez y alcalinidad:** Tampón: $\text{CO}_2 / \text{CO}_3^-$
- **Nutrientes:** Que exista la cantidad mínima requerida.
- **Compuestos tóxicos:** Tales como: Na, NH_4^+ , metales, clorados, CN^- , ... Ausencia.

Los tipos de digestores se establecen según la disposición de los microorganismos (siendo el más usado el último, en concreto el de dos etapas):

- 1) Cultivo Suspendido: Proceso Discontinuo.
 Digestión Seca.
 Digestor Monoetapa.
 Digestor de Flujo Pistón.
 Digestor de Contacto.
- 2) Cultivo Adherido: Filtro Anaerobio.
 Digestor Anaerobio.
 Digestor de Lecho Fluidizado.
 Digestor de Lecho de Lodos.
 Digestor de lecho expandido.
- 3) Sistemas Múltiples: Dos fases.
 Dos etapas.
 Mixtos.

La digestión o estabilización anaerobia del fango proporciona una mayor reducción de volátiles que la realizada por vía aerobia aunque la velocidad de degradación de los mismos es menor.

Su explotación es también considerablemente más barata ya que además de requerir menor energía (la necesaria para la aireación es bastante elevada), proporciona un biogas con gran contenido energético con posibilidad de aprovechamiento térmico y eléctrico.

La carga orgánica del sobrenadante es alta, del orden de 500 mg/l DBO₅.

El efluente presenta una buena filtrabilidad.

Es un proceso poco flexible ante las variaciones de carga y muy sensible a la existencia de sustancias nocivas.

Los parámetros de diseño de la digestión anaerobia serán:

- La temperatura (T) del proceso debe estar entre 30 °C - 40 °C.
- El tiempo de retención en el digestor primario debe ser ≥ 15 días.
- El tiempo de retención en el digestor secundario debe ser ≥ 5 días, (En desuso). En caso de sustituirse por un espesador, dicho tiempo será ≥ 3 días. La segunda etapa de la digestión puede sustituirse por un depósito de fangos con el equipo adecuado, para facilitar una mayor concentración.
- La carga de sólidos volátiles será $\leq 2 \text{ KgSV/m}^3/\text{día}$

- A efectos de proyecto, la reducción de SV será $\leq 50\%$
- La producción teórica de gas será ≤ 900 l/Kg de SV destruido, su poder calorífico de 5.000 Kcal/m³ y su capacidad de almacenamiento el 30% de la producción diaria, como mínimo.
- El número de intercambiadores de calor será, como mínimo, igual al de digestores, recomendándose como capacidad máxima 450.000 Kcal/h.
- El número mínimo de calderas será de dos (2), calculadas con un margen del 25%, como mínimo, sobre las necesidades caloríficas reales.
- El número de bombas de recirculación de fangos será igual al de intercambiadores, debiendo incluirse una de reserva.
- El número de bombas de agua será igual al de calderas, debiendo incluirse una unidad de reserva.

Para el dimensionamiento se puede calcular el volumen necesario de digestión a partir del tiempo de retención hidráulico o de la carga de sólido, adoptándose el volumen mayor.

$$V(m^3) = \frac{Q_{FES}(m^3/h)}{TRH(d)}$$

Siendo:

V: volumen necesario de digestión.

QFES: caudal diario de fango espesado.

TRH: tiempo de retención hidráulico.

$$V(m^3) = \frac{SV_{FES}(kg/d)}{CSV(kg/m^3 \cdot d)}$$

Siendo:

V: volumen necesario de digestión.

SVFES: sólidos volátiles de fango espesado

CSV: carga de sólidos volátiles

5.8 ACONDICIONAMIENTO DEL FANGO

Este se puede abordar desde dos puntos de vista: térmico y químico. El primero, supone someter al fango bien a calor o bien a frío; el segundo, consiste en añadirle uno o varios reactivos. Dada la importancia económica que impone los procesos que utilizan energía (calorías o frigorías), solo el acondicionamiento químico se suele aplicar a los fangos.

Tanto los fangos urbanos como otros muchos industriales tienen una estructura coloidal que los hace poco filtrables, por lo que en el sistema de filtración se consigue un bajo rendimiento. Para evitar este inconveniente, se acondicionan los fangos, añadiéndoles reactivos floculantes que rompen la estructura coloidal, y le confieren otra de carácter granular de mayor filtrabilidad, bajando por tanto su resistencia específica a la filtración.

Los reactivos más utilizados son: las sales de hierro (cloruro férrico), sulfato de alúmina, cal y polielectrolito. La combinación de cloruro férrico como coagulante y cal como regulador de pH, es muy empleada. Es de señalar, la conveniencia de realizar ensayos en el laboratorio para definir las dosis apropiadas.

A efectos de dimensionamiento del sistema de dosificación de reactivos, se recomienda tomar los valores mayores de los especificados en la tabla siguiente:

TIPO DE SECADO	NATURALEZA DEL FANGO	Cl₃Fe % MS	CaO % ms	Polielectrolito Kg(anhidrido)/Tm MS
Centrífugas	Mixto fresco			2-4
	Mixto digerido			2-4
	Estabilización aerobia			3-5
Filtros banda	Mixto fresco			2-5
	Mixto digerido			2-5
	Estabilización aerobia			3-6
	Físico-químico			2-4
Filtros prensa	Mixto fresco	3-7	11-20	
	Mixto digerido	4-8	11-20	
	Estabilización aerobia	7-12	15-30	
	Físico-químico		15-25	

- El tiempo de contacto mínimo, previo a la deshidratación, será de 5 minutos para la floculación y 15 minutos para la maduración.
- La capacidad de almacenamiento será de 15 días a caudal medio.
- Todos los equipos de preparación y dosificación de reactivos llevarán una unidad de reserva.

Para determinar el consumo de polielectrolito diario se multiplica el consumo específico de reactivo (kgpoli/tMS) por la cantidad de fango secado (tMS):

$$\text{Kg/dPoli} = \text{Consumo esp. (kg/tMS)} \times \text{fango secado (tMS)}$$

El caudal de dosificación será:

$$Q(l/h) = \frac{tMS / h \cdot \text{ConsumoEsp (kg / tMS)}}{Cpoli (kg / l)}$$

Siendo Cpoli la concentración del reactivo en el depósito de preparación.

El volumen del depósito de preparación será:

$$V(l) = \frac{tMS / h \cdot \text{ConsumoEsp (kg / tMS)} \cdot \text{Autonomía (h)}}{Cpoli (kg / l)}$$

5.9 DESHIDRATACIÓN DEL FANGO

Consiste en eliminar el agua de los fangos. Este proceso se puede llevar a cabo con diferentes técnicas, siendo las más empleadas:

- Eras de secado
- Filtros de vacío

- Filtros prensa de placas y marcos
- Filtro prensa de bandas
- Centrifugación

5.9.1. **ERAS DE SECADO**

- Superficie tal que:
 - La utilización anual no sea superior a 10 veces
 - La carga unitaria para sólidos totales no supere 120 Kg/m²/año con un espesor de lechos inferior a 25 cm.
- Número de unidades tal que se llene cada una con la extracción de fangos digeridos correspondiente a dos (2) días.
- El espesor de los lechos no sobrepasará los 25 cm.

5.9.2. **DESHIDRATACIÓN MECÁNICA**

Se recomienda:

Para < 10.000 habitantes-equivalentes: 1 unidad + eras de secado para utilizar en caso de emergencia, con capacidad para desecar el fango que se produzca en 10 días.

Para \geq 10.000 habitantes-equivalentes: 2 unidades como mínimo.

- Las unidades se dimensionarán para un tiempo de funcionamiento conjunto de ocho (8) horas diarias, durante cinco (5) o seis (6) días a la semana, según la explotación que se prevea.
- El filtrado se recircula a cabecera de planta.
- Las bombas de dosificación de fangos, de caudal variable, y de filtrado, tendrán una unidad de reserva.
- En los casos de filtros de banda y filtros prensa, los valores de diseño recomendados son:

TIPO DE FANGO	CARGAS	
	(KgMS/m/h)	(KgMS/m ² /h)
	Filtros de banda	Filtros prensa
Mixto fresco	220	4
Mixto digerido	250	4
Estabilización aerobia	130	3

5.9.2.1. Filtros Banda

Los filtros banda son dispositivos de deshidratación de fangos de alimentación continua que incluyen el acondicionamiento químico, drenaje por gravedad y aplicación mecánica de presión para deshidratar el fango. Los filtros banda han resultado ser efectivos para casi todos los tipos de fangos de aguas residuales municipales y son por tanto uno de los sistemas de deshidratación más extendidos.

En la mayoría de los filtros banda, el fango acondicionado es introducido, en primer lugar en una zona de drenaje por gravedad donde se produce su espesado. En esta fase, la mayor parte del agua libre se

elimina por gravedad. A continuación del drenaje por gravedad, el fango pasa a una zona de baja presión donde es comprimido entre dos telas opuestas. En algunas unidades esta zona de aplicación de presión baja va seguida de una de alta presión, en la que el fango se somete a esfuerzos tangenciales a medida que las bandas pasan a través de una serie de rodillos. Estos esfuerzos de prensado y tangenciales favorecen la liberación de cantidades adicionales de agua contenida en el fango. La torta de fango deshidratado se separa de las bandas mediante rascadores.

Un sistema de filtros banda típico está formado por:

- Bombas de alimentación de fango al filtro
- Equipos de dosificación de polielectrolito, compuestos de:
 - Bombas dosificadoras
 - Tanques de mezcla
 - Tanque De maduración
 - Tolla de almacenamiento y dosificación del producto
- Bombas de lavado de telas con su grupo de presión
- Floculador
- Filtro banda
- Cinta o tornillo para evacuar la torta de fango seco

Las principales variables que influyen en el rendimiento de los filtros son: las características del fango, método y tipo de acondicionamiento del fango, presión aplicada a las bandas, porosidad y anchura de bandas, velocidad de giro de las bandas.

Los principales parámetros de diseño para este tipo de instalaciones son los siguientes:

- Carga de aplicación de fango: 90-680 kg/m h
- Agua de lavado: 1,6-6,3 l/m.s
- Presión de lavado: 50-70 m.c.a.

Los rendimientos típicos de deshidratación en filtros banda son:

Fango Digerido anaeróbicamente	% Sólidos en Fango		% Sólidos escurrido	Consumo de polielectrolito (Kg/tn MS)
	Entrada	Salida		
Primario	3-7	25-35	0,1-0,12	3,0-4,0
Primario+Activo en exceso	3-6	20-25	0,1-0,12	3,5-5,0

5.9.2.2. Centrifugación

El proceso de centrifugación utilizado desde hace mucho tiempo, se basa en la acción centrípeta para la separación sólido – líquido por diferencia de densidades.

Existen tres diseños de centrífuga: Cónica, cilíndrica y el cilindro-cónica, según cual sea la forma de la camisa del cilindro.

El fango se introduce a caudal constante en la cuba giratoria donde se separa en una torta densa que contiene los sólidos y una corriente diluida que contiene sólidos finos de poca densidad y se retorna al clarificador primario o al espesador de fangos. La torta de fango conteniendo aproximadamente el 70 al 80% de humedad se descarga desde la cuba, mediante un alimentador de tornillo sin fin, a una tolva o a una cinta transportadora.

Los sistemas de deshidratación basados en una centrifugadora son similares a los descritos para los filtros banda, si bien en este caso los reactivos para el acondicionamiento de fango suelen añadirse en el interior de la propia máquina.

Las principales variables que influyen en el rendimiento de las centrífugas son: Características del fango, método y tipo de acondicionamiento del fango, longitud del cilindro y velocidad diferencial de trabajo.

Los valores de rendimientos a obtener, concentración del escurrido y consumo de polielectrolito son muy similares a los indicados para los filtros banda.

DIMENSIONAMIENTO PARTE II:
DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL DE LA E.D.A.R.

DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL

1. OBJETO.....	2
2. DATOS DE PARTIDA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	3
4. TRATAMIENTO PROPUESTO	7
5. DIMENSIONAMIENTO DE LA EDAR.....	10
6. RELACIÓN DE EQUIPOS	37
7. ANEXO I. HOJA DE CÁLCULOS	40

1. OBJETO

En este documento se lleva a cabo el dimensionamiento funcional de las instalaciones propuestas.

2. DATOS DE PARTIDA

En este apartado se muestra la información facilitada por el Canal de Isabel II relativa a los vertidos de aguas residuales del municipio de Robledillo de la Jara.

2.1. POBLACIÓN EQUIVALENTE

La dotación actual por habitante y día se ha estimado a partir de los datos de suministro de agua facilitados por el Excmo Ayuntamiento de Robledillo de la Jara:

		DISEÑO	FUTURO
Población equivalente de diseño	he	1.081	1.750
Dotación adoptada	l/he/d	270	270

2.2. CAUDALES DE DISEÑO

Detallamos a continuación, los diversos caudales admisibles en los diversos procesos de tratamiento de la planta depuradora para la etapa de diseño.

		DISEÑO	FUTURO
Caudal Medio (Qm)	(m³/d)	293,76	476,06
	(m³/h)	12,24	19,84
Caudal máximo en colectores (Qcol = 5Qm)	(m³/h)	150,65	226,25
Caudal máximo en pretratamiento (Qmax = 3Qm)	(m³/h)	36,72	59,52
Caudal máximo en tratamiento biológico (Qpunta ≈)	(m³/h)	30,13	45,25

2.3. CARGAS CONTAMINANTES DE DISEÑO

Para la depuradora proyectada la calidad del agua residual es:

	VALOR MEDIO (mg/l)	VALOR PUNTA
D.B.O.5	221	x 1,7
DQO	442	
S.S.T.	277	
N-N Total (A 14°C)	41	
P-Ptotal	7	

2.4. RESULTADOS A OBTENER

En este apartado se establecen los requisitos mínimos exigibles, que han de cumplir las aguas depuradas, de acuerdo con la **Directiva del Consejo de la Comunidad Europea** de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas (91/271/CEE).

Estos valores nos marcarán los límites para el dimensionamiento de las instalaciones:

2.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA

El agua tratada tendrá como mínimo las siguientes características:

	VALOR MEDIO (mg/l)	Porcentaje mínimo de reducción ⁽¹⁾
D.B.O.5	25	70-90
D.Q.O.	125	75
S.S.T.	35	90
N-N Total (A 14°C)	15	70-80
P-Ptotal	2	80
pH	6-9	

Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de Reducción

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

Además de ello, el agua será razonablemente clara, no detectándose su vertido en el cauce receptor, y no tendrá olor desagradable.

2.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL FANGO

Como mínimo, el fango espesado procedente de la depuración, después de tratado y analizado, tendrá las siguientes características:

- Sequedad (% en peso de materia seca) ≥ 3 % tras el espesamiento
- Estabilidad (% de sólidos remanentes) ≤ 55 % de la materia seca.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En cumplimiento de la Directiva de Consejo de 21 de Mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE), se adoptará (siendo obligatorio) en primera instancia un proceso de depuración compuesto por un **tratamiento primario** (eliminación de sólidos) y **tratamiento secundario** (eliminación de materia orgánica).

En cuanto al tipo de tratamiento secundario, se adopta un **proceso biológico** frente a uno químico por los siguientes motivos:

- En un proceso químico se necesitan unos sistemas de dosificación muy correctos así como unos equipos de personal preparados, que periódicamente tiene que estar modificando las dosificaciones para obtener un alto rendimiento

- Los reactivos poseen un elevado coste y requieren de instalaciones adecuadas para su almacenamiento y manipulación.

De la consideración de estos factores se deduce que el proceso biológico más adecuado económico para un municipio de las características de Robledillo.

A continuación justificamos el tipo de proceso biológico a seleccionar:

La biodegradabilidad de un agua residual se determina como relación de la demanda bioquímica de oxígeno a la demanda química de oxígeno. De este índice se deduce fácilmente el método de depuración mas adecuado.

DBO5/DQO	EFLUENTE	TRATAMIENTO RECOMENDADO
< 0,2	POCO BIODEBGADABLE	PROCESO FÍSICO QUÍMICO
0,3 < DBO5/DQO < 0,4	BIODEGRADABLE	LECHOS BACTERIANOS (Cultivo fijo)
0,5 < DBO5/DQO < 0,65		FANGOS ACTIVOS (Cultivo en suspensión)

- Si $DBO5/DQO < 0,2$, no es biodegradable, recomendándose el empleo de procesos químicos.
- Si $DBO5/DQO > 0,3$, el efluente es biodegradable, recomendándose el empleo de lechos bacterianos o fangos activos
- Si $0,3 < DBO5/DQO < 0,4$, el efluente presenta un contenido moderado de materia biodegradable por lo que se pueden emplear lechos bacterianos.
- Si $0,5 < DBO5/DQO < 0,65$, el efluente presenta un alto contenido de materia biodegradable por lo que se recomienda la utilización del sistema denominado fangos activos.

En este estudio, $DBO5/DQO = 221/442 = 0,5$, por lo que en principio se recomienda la utilización de un método biológico, y más concretamente el denominado **fangos activos**.

En cuanto al desarrollo favorable de la actividad de microorganismos son necesarias la existencia de nutrientes N y P, así como otros oligoelementos Ca, Mg, Zn encontrándose en una relación adecuada respecto a la DBO5.

La DQO resulta ser inferior a 750 mg/l, valor considerado como límite admisible.

Se dimensionan los equipos para un proceso en aireación prolongada lo cual permitirá una reducción casi total de la DBO5 y del nitrógeno.

Se construirán dos reactores biológicos similares cada uno con capacidad para gestionar el caudal medio de diseño, dando total cobertura a las necesidades de la villa en invierno y en verano.

Se instalará un equipo de bombeo de fangos que servirá tanto para la recirculación de los mismos a cabecera y servir de sustrato al proceso como para enviar los fangos en exceso al sistema de espesado y deshidratación.

En el manejo de lodos se ha tratado de evitar cualquier intervención directa de las personas, utilizando sistemas automáticos y maquinaria específica. En concreto, se han evitado sistemas con intervención directa de los operarios como eras de secado, limpiezas manuales, aplicaciones superficiales, etc...

Cabe decir que se podría haber incluido en la planta algún tipo de tratamiento terciario, pero se ha considerado que con el diseño escogido es suficiente para conseguir los límites de depuración deseados.

3.1. PROCESO DE FANGOS ACTIVOS

Recordemos que en función de la carga másica, los **Lodos Activos** se pueden clasificar en tres tipos:

	Cm	Cv	tc (días)	th (horas)
• De baja carga o de Aireación Prolongada	< 0,1	< 0,2	>15	>12 (puede darse el fenómeno de la nitrificación)
• De carga media o Convencional	0,3-0,5	0,32-0,64	5 -15	> 4 h
• De alta carga o Contacto-Estabilización	> 1	> 3	1-5	< 4 h

Vamos a deducir que tipo de proceso se implantará en función de la carga másica presente:

$$Carga (kg / d) = \frac{Constante \cdot Población (HabEq)}{1000 (g / kg)}$$

En nuestro proyecto tenemos:

Características del influente

Nº de habitantes equivalentes de diseño	1.082
Caudal medio diario (m³/día)	294
D.B.O.5 media (mg/l)	221
D.B.O.5 (kg/día)	65
Contaminación específica (gr/hab·día)	0,06

Por lo que en nuestro proyecto implantaremos un proceso de **FANGOS ACTIVOS DE BAJA CARGA O AIREACIÓN PROLONGADA**.

El proceso de aireación prolongada es similar al de fangos activados convencional, excepto en que funciona en la fase de respiración endógena de la curva de crecimiento, lo cual precisa una carga orgánica reducida y un largo periodo de aireación. Este proceso se utiliza mucho en plantas para pequeñas comunidades como la que se estudia en este proyecto.

En este tipo de instalaciones el influente desbastado es introducido directamente en aireación **sin decantación previa**. La característica más importante de este proceso es que los microorganismos del tanque se mantienen en fase de crecimiento endógena, con lo que el fango es digerido en el mismo reactor.

En este tipo de instalaciones se trabaja a condiciones de edad del fango y tiempo de residencia hidráulicos muy altos. Una importante consecuencia de este régimen de funcionamiento es que estas instalaciones son capaces de tolerar muy bien las puntas de carga y de caudal.

Además, al trabajar con edades del fango y tiempo de retención elevados, se llega a producir la nitrificación, incrementando consecuentemente las necesidades de oxígeno. Con el fin de recuperar parcialmente la energía consumida en el proceso de nitrificación, es conveniente realizar una desnitrificación de los nitratos formados en la nitrificación.

Las plantas que trabajan en régimen de aireación prolongada son de mantenimiento fácil, económicas y más sencillas de manejar que los procesos convencionales, pero requieren una adecuada asistencia técnica, porque en caso contrario, pueden plantearse problemas de flotación de natas en el decantador y de gestión del consumo eléctrico [Metcalf-Eddy, 1996].

3.1.1. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO BIOLÓGICO

En los sistemas de nitrificación-desnitrificación se producen tres tipos de reacciones biológicas:

- La primera es la **metabolización aerobia de la materia orgánica**. En este proceso las bacterias heterótrofas presentes en el sistema utilizan el oxígeno disuelto en el agua como aceptor terminal de electrones en la oxidación de materia orgánica. La energía liberada en la reacción es utilizada por las bacterias para el mantenimiento y la producción de nueva biomasa: básicamente productos de almacenaje y nuevas células.
- La reacción de **nitrificación**, es también una reacción aeróbica. El amonio inicialmente presente en el agua residual y el que se ha producido como consecuencia de la actividad de las bacterias heterótrofas, es oxidado a nitrito y posteriormente a nitrato.

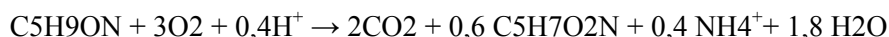
Esta reacción es realizada por bacterias autótrofas, que se diferencian de las anteriores por que sólo pueden utilizar dióxido de carbono como fuente de energía para síntesis de nueva biomasa.

- La **desnitrificación** se realiza en condiciones de anoxia y está mediatizada por bacterias heterótrofas que utilizan como aceptores finales de electrones los grupos nitrito y/o nitrato dando lugar a la reducción de las formas oxidadas de nitrógeno (NO_2^- y NO_3^-) a nitrógeno gas (N_2).

El nitrógeno molecular es poco soluble en agua y por tanto se disipa rápidamente en la atmósfera. Simultáneamente se producen reacciones de síntesis de nuevas células y se utiliza materia orgánica como fuente de carbono.

Las siguientes reacciones resumen estos tres procesos [Metcalf-Eddy, 1996]:

- Oxidación aeróbica, heterotrófica de la materia orgánica.



- Oxidación aeróbica, autotrófica del amonio.



- Oxidación anóxica de desnitrificación heterotrofa de la materia orgánica.



Las dos reacciones realizadas por bacterias heterótrofas utilizan materia orgánica (expresada como $\text{C}_5\text{H}_9\text{ON}$) como fuente de carbono y de electrones. Las tres reacciones producen células nuevas ($\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$).

3.1.2. EDAD DEL FANGO

La mayoría de bacterias heterótrofas que pueden oxidar la materia orgánica utilizando oxígeno molecular, pueden utilizar también nitritos o nitratos como aceptores de electrones y oxidar la materia orgánica mientras eliminan nitrógeno.

Por lo tanto, si se mantienen las condiciones de proceso necesarias para mantener las bacterias oxidantes de materia orgánica, parte de las mismas serán también capaces de desnitrificar. El factor limitante de este proceso será la relación carbono (expresable como DQO o DBO5) respecto a nitrógeno (expresable como NTK), en tanto debe contarse con una fuente de carbono orgánico en cantidad tal que permita desnitrificar los nitratos presentes en el agua, hasta el nivel deseado.

El caso de las bacterias nitrificantes (Nitrosomonas y Nitrobacter) es diferente, porque las reacciones de transferencia de electrones en las reacciones autótrofas de oxidación de nitrógeno requieren de un aporte mayor de energía.

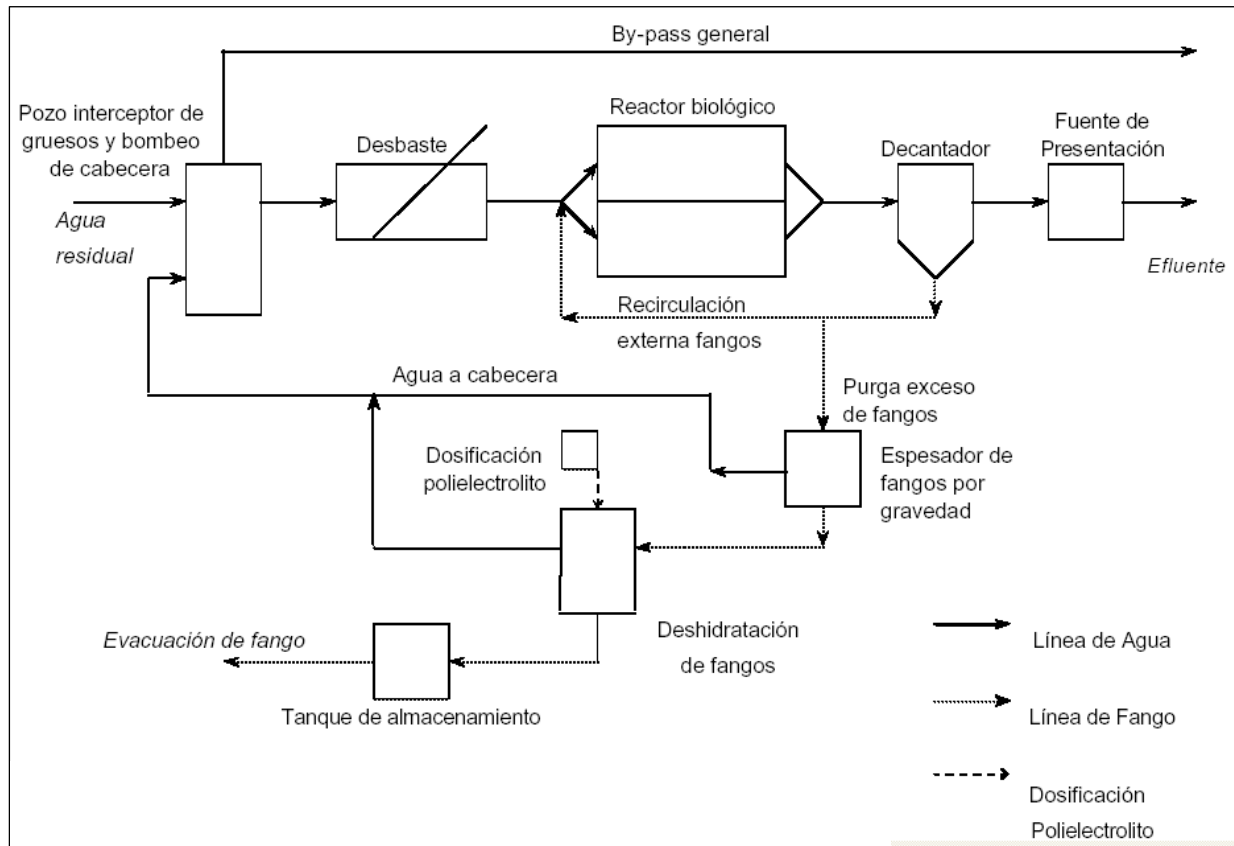
El coeficiente de crecimiento y la tasa específica de crecimiento máximo de las bacterias nitrificantes son bajos, por lo tanto estas bacterias son de crecimiento más lento y para mantenerlas en el sistema es necesario trabajar a edades del fango altas. En este caso, se ha adoptado una edad del fango de 19 días en la denominada Temporada Normal y de 20 días en la denominada Temporada Alta.

Evidentemente, una elevada edad de fango debe permitir una gran estabilización de los fangos biológicos que se extraerán del sistema como residuo del proceso. Esto facilitará su manipulación posterior y permitirá economizar en su procesado, en tanto no serán necesarios procesos de digestión posteriores.

4. TRATAMIENTO PROPUESTO

El diseño seleccionado consiste básicamente en por un sistema de depuración mediante **fangos activados en aireación prolongada** con un reactor en dos líneas idénticas, ambas con una zona anóxica y otra aeróbica, con espesamiento y evacuación de fangos espesados a camión.

A continuación se incluye el esquema de la línea de proceso planteada:



Para optimizar el espacio disponible se han adoptado configuraciones de los reactores biológicos en forma de carrusel circular con decantador en el centro, que son más versátiles y se adaptan mejor para instalaciones pequeñas que los reactores de flujo pistón o mezcla completa.

A continuación se detallan los elementos que componen la planta:

4.1. LÍNEA DE AGUA

➤ OBRA DE LLEGADA

- Medida de caudal agua bruta
- Arqueta de entrada, alivio y by-pass general con tamizado de caudales aliviados.
- Pozo de gruesos con reja manual.
- Bombeo de agua bruta a pretratamiento.

➤ PRETRATAMIENTO

- Desbaste fino con tamices de escalera
- Desarenado-desengrase en 1 línea.
- Clasificador de arenas
- Concentrador de grasas.

- Medida de caudal agua pretratada.

➤ **TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS**

- Tanque de tormentas en decantador lamelar
- Bombeo de fangos y vaciados del tanque de tormentas.

➤ **TRATAMIENTO BIOLÓGICO**

- Regulación de caudal de entrada al biológico.
- Medida de caudal agua a tratamiento biológico
- Tratamiento biológico en dos líneas, con reactor de forma anular y decantador en el centro.
- Decantación secundaria en dos líneas (concéntrica al reactor biológico), circular de rasquetas.
- Eliminación de fósforo por vía química, con adición de cloruro férrico.

➤ **OBRA DE SALIDA**

- Depósito de agua tratada y salida de efluente.
- Medida de caudal agua tratada.

4.2. LÍNEA DE FANGO

➤ **EXTRACCIÓN DE FANGOS**

- Purga de fangos biológicos
- Recirculación externa de fangos con bombas sumergibles
- Un acelerador de corriente por línea
- Bombeo de fangos en exceso a espesamiento con bombas sumergibles

➤ **TRATAMIENTO DE FANGOS**

- Espesamiento por gravedad de los fangos en exceso.
- Evacuación de fango espesado a camión, por gravedad o bombeo.

4.3. INSTALACIONES AUXILIARES

- Desodorización por carbón activo en espesador y edificio de proceso.
- Vaciado de elementos
- Red de pluviales.
- Aire de servicios.
- Agua potable.
- Agua de servicio industrial y riego.
- Red de aguas residuales.
- Pasarelas y polipastos.
- Laboratorio

- Mobiliario y taller
- Telefonía
- Elementos de seguridad

5. DIMENSIONAMIENTO DE LA EDAR

5.1. OBRA DE LLEGADA

El colector general de aguas residuales conecta con la obra de llegada, donde hay una compuerta de aislamiento de toda la EDAR, que dispone de un vertedero para alivio y by-pass general que comunica con una tubería que evacua el efluente hasta la arqueta de salida del agua tratada.

En el vertedero se ha dispuesto un tamiz autónomo en aliviadero con capacidad muy superior al caudal máximo hidráulico y con una luz de paso de 6 mm.

A continuación se detallan las características de dichas tuberías:

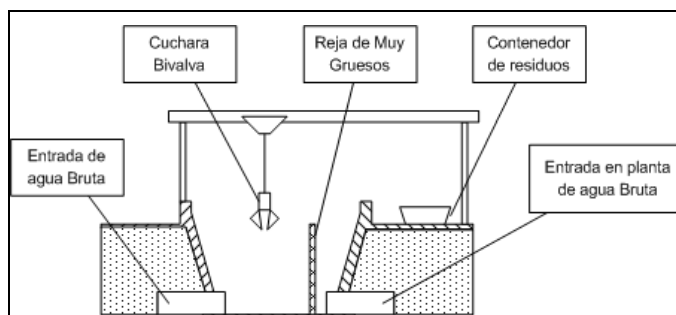
Alivio y By-pass general		Llegada a pozo de grueso	
Ø (mm)	Material	Ø (mm)	Material
400	PVC	400	HA

En este colector de entrada, antes de la obra de llegada, se incluye un medidor electromagnético de caudal en tubería.

5.2. POZO DE GRUESOS, BOMBEO DE AGUA BRUTA Y PRETRATAMIENTO

5.2.1. POZO DE GRUESOS

El colector de llegada confluye en el pozo de gruesos.



Fuente: www.wikipedia.org

DATOS DE PARTIDA:

DATOS DE PARTIDA	ACTUAL	ACTUAL	FUTURO	FUTURO
	T= 14°C	T= 22°C	T= 14°C	T= 22°C
CAUDAL MÁXIMO EN COLECTORES (m³/h)	150,65	150,65	226,25	226,25

EXIGENCIAS DEL PROCESO:

Parámetro	Unidades	Valor
Carga hidráulica o velocidad ascensional (Cs)	m³/m²/h	< 75 a Q _{máx}
Tiempo de retención	min	3 a Q _{máx}

- El sistema será una única línea
- El pozo de gruesos tiene forma troncopiramidal invertido.
- Estará dotado de los equipos necesarios par la recogida de sólidos sedimentados.

DIMENSIONAMIENTO:

Establecido el tiempo de retención, y a partir del caudal, se calcula el volumen necesario de pozo.

$$\text{Volumen pozo} = \text{Caudal (m³/s)} * \text{Tretención (s)}$$

La superficie del pozo se obtendrá a partir del caudal y la carga superficial.

$$S = \frac{Q_{\max}}{Cs}$$

Del conocimiento del volumen y la superficie se obtendrá un calado determinado que habrá de superar el mínimo establecido.

$$\text{Calado (m)} = \text{Volumen pozo (m³)} / \text{Superficie horizontal (m²)}$$

Pozo de gruesos**ACTUAL ACTUAL FUTURO FUTURO****T= 14°C T= 22°C T= 14°C T= 22°C**

Tiempo de retención a Q max. (segundos)	180,00	180,00	180,00	180,00
Volumen necesario de pozo de gruesos (m³)	7,53	7,53	11,31	11,31
Superficie necesaria de pozo de gruesos (m²)	3,14	3,14	4,71	4,71
Calado necesario de pozo de gruesos (m)	2,40	2,40	2,40	2,40

Teniendo en cuenta que la geometría del pozo es troncopiramidal, a continuación se calculan sus dimensiones:

	ACTUAL	ACTUAL	FUTURO	FUTURO
	T= 14°C	T= 22°C	T= 14°C	T= 22°C
-Profundidad parte recta (m)	0,85	0,85	0,85	0,85
-Profundidad parte inclinada (m)	1,00	1,00	1,00	1,00
-Anchura superior (m)	3,00	3,00	3,00	3,00
-Longitud superior (m)	3,00	3,00	3,00	3,00
-Anchura inferior (m)	1,00	1,00	1,00	1,00
-Longitud superior (m)	1,00	1,00	1,00	1,00
-Volumen adoptado (m)	11,65	11,65	11,65	11,65

Se obtiene por tanto,

POZO DE GRUESOS				
Volumen (m ³)	Dimensiones (m ²)		Profundidad (m)	
	Parte superior	Parte inferior	Parte inclinada	Parte recta
11,6	3 x 3	1 x 1	1,0	0,85

Está dotado de una cuchara bivalva de 50 l. de capacidad, trasladada por un puente grúa, de 2.000 kg., que a su vez da servicio a todo el edificio de proceso, donde están incluidos los equipos de bombeo de agua bruta, pretratamiento, dosificación de cloruro férrico y soplantes del biológico.

El paso del pozo de gruesos al pozo de bombeo, se realiza a través una reja vertical de limpieza manual y paso de barros de 50 mm., construida en AISI-316, que sirve de protección de las bombas de agua bruta.

5.2.2. ESTACIÓN DE BOMBEO

El diseño de la estación de bombeo requiere el dato de caudal a elevar, que deberá repartirse entre el número de bombas diseñado, el cual al menos debe ser de 2 (con el fin de que exista una de reserva).

La determinación del número de bombas, vendrá en función del régimen de funcionamiento previsto. En este caso el régimen de funcionamiento normal viene determinado por el caudal necesario en el tratamiento secundario en temporada actual y futura.

El segundo dato necesario para el diseño de la estación de bombeo será la altura a elevar, que vendrá dada por el cálculo de la línea piezométrica de la planta (ver anexo de cálculos hidráulicos).

Bombeo de agua bruta.	ACTUAL	FUTURO
-Caudal máximo a bombear (m ³ /h)	36,72	59,52
-Caudal máximo en biológico (m ³ /h)	30,13	45,25
-Caudal medio en biológico (m ³ /h)	12,24	19,84
-Nº de bombas en servicio	3,00	4,00

-Nº de bombas en reserva	1,00	1,00
-Caudal unitario necesario (m³/h)	12,24	14,88
-Tipo de bomba	Centrifuga horizontal	Centrifuga horizontal
-Caudal unitario adoptado (m³/h)	15,00	15,00
-Caudal máximo bombeado de residuales (m³/h)	36,72	59,52
-Altura manométrica adoptada (mca)	2,10	2,19
-Diámetro de las impulsiones (m)	0,080	0,080
-Superficie (m²)	0,005	0,005
-Velocidad en tramo individual (m/s)	0,83	0,83

Se obtiene por tanto;

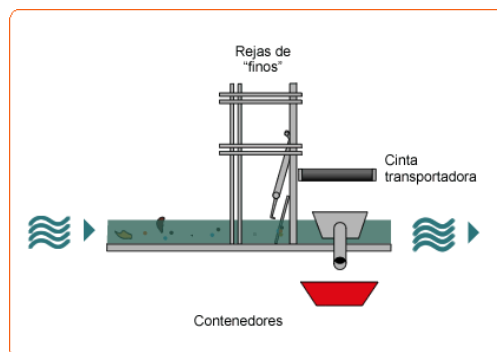
ESTACIÓN DE BOMBEO				
Nº bombas	Tipo	Caudal unitario adoptado (m³/h)	Altura manométrica adoptada (m.c.a.)	Ø Tubería de impulsión (m)
3 + 1	bomba centrifuga horizontal en cámara seca	15	5	0,08

La impulsión de aguas residuales hasta el desbaste de finos se efectúa mediante tuberías individuales, (cuyo diámetro está indicado en la tabla anterior), diseñadas en acero inoxidable AISI-304.

5.2.3. DESBASTE

El desbaste de consta de (1+1) tamices tipo escalera y paso de malla de 3 mm.. En condiciones normales funcionará una sola unidad, manteniendo la segunda en reserva. El funcionamiento es automático por controlador de nivel tipo varillas o por temporización.

La segunda unidad de tamizado entrará en funcionamiento con grandes aumentos de caudal o colmatación del otro tamiz. Se ha previsto un escalón entre los dos tamices para que el segundo solamente funcione en caso de emergencia.



Fuente: <http://iesmunoztorrero.juntaextremadura.net>

DATOS DE PARTIDA:

Tamizado con limpieza automática	ACTUAL	FUTURO
-Caudal medio en desbaste (m³/h)	12,24	19,84
-Caudal máximo en desbaste (m³/h)	36,72	59,52
-Nº de líneas totales limpieza automática	2,00	2,00
-Nº de líneas en funcionamiento con limpieza automática	1,00	1,00
-Caudal máximo por línea (m³/h)	36,72	59,52
-Paso de malla (mm)	3,00	3,00
-Espesor lámina (mm)	3,00	3,00

EXIGENCIAS DEL PROCESO:

Parámetro	Unidades	Valor
La velocidad mínima del agua residual en el canal de desbaste	m/s	> 0,4 a Qmed
Ancho de canal mínimo	m	0,3

RECOMENDACIONES:

- La velocidad de paso a Qmed y contaminación del 30% será ≤ 1 m/seg.
- La velocidad de paso a Qmax, y contaminación del 30% será $\leq 1,4$ m/seg.
- Sistema de limpieza de rejillas: Manual o Automático.
- Sistema de extracción de residuos: Cinta transportadora/ Tornillo
- Compactador de residuos
- El sistema de evacuación preferible es por contenedores.

DIMENSIONAMIENTO:

Una vez fijada la velocidad de paso (1m/s a caudal medio) y el ancho del canal, se determina la sección útil de paso y el calado.

$$S = Ac \cdot \frac{L}{L + Ab} \cdot \left(1 - \frac{G}{100}\right)$$

Siendo:

S = Sección útil de paso (m)

Ac = Ancho de canal (m)

L = Luz entre barros

Ab = Ancho de barros

G = Grado de colmatación (%)

El cálculo del calado necesario para un grado de colmatación establecido (suele ser del 30%) vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$Calado = \frac{Q}{3600} \cdot \frac{Ab + L}{\left(1 - \frac{G}{100}\right) \cdot (V \cdot L \cdot Ac)}$$

Siendo:

Q = Caudal de paso (m³/h)
 Ab = Ancho de barrotes (mm)
 L = Luz entre barrotes (mm)
 G = Grado de colmatación (%)
 Ac = Ancho de canal (m)
 V = Velocidad de paso (m/s)

Tamizado con limpieza automática	ACTUAL	FUTURO
-Grado de colmatación (%)	30,00	30,00
-Ancho del canal (m)	0,34	0,34
-Ancho del tamiz (m)	0,24	0,24
-Ancho útil de la reja (mm)	118,50	118,50
-Calado a Q max. (m)	0,20	0,20
-Superficie de paso útil a Q max. (m ²)	0,02	0,02
-Calado a Q medio (m)	0,10	0,10
-Superficie de paso útil a Q medio (m ²)	0,01	0,01
-Velocidad de paso a Q max. (m/s)	0,61	1,00
-Velocidad de paso a Q medio (m/s)	0,41	0,66
-Velocidad de aproximación a Q max. (m/s)	0,15	0,24
-Velocidad de aproximación a Q medio (m/s)	0,10	0,16

Con estas dimensiones se observa que se cumplen las condiciones mínimas y máximas para la velocidad del agua a través del canal.

Se obtiene por tanto;

TAMIZADO				
Nº tamices	Tipo	Paso de malla (mm)	Ancho del canal (m)	Profundidad del canal (m)
1 + 1	Escalera	3	0,35	0,25

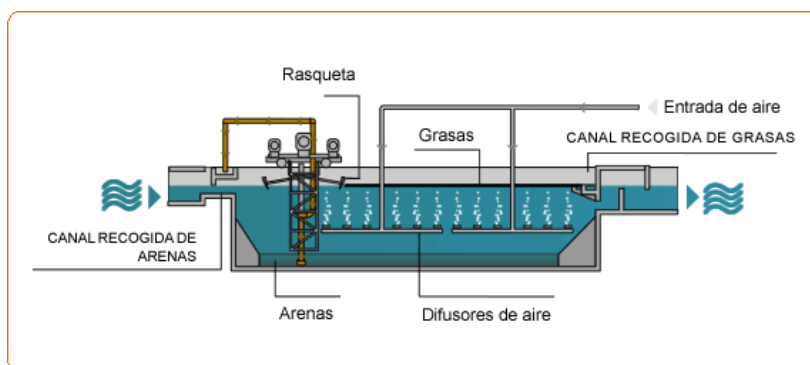
Ambos canales de desbaste están aislados aguas arriba por compuertas automáticas en AISI-316. Aguas abajo se ha dejado un escalón para evitar tener que poner las compuertas aguas abajo y la necesidad de realizar el vaciado de los canales.

Los residuos se recogen en un tornillo-prensa y se almacenan en un contenedor de 750 l.

Todos los equipos de pretratamiento se encuentran integrados dentro del edificio de proceso, que está desodorizado.

5.3. DESARENADO - DESENGRASE

El agua a la salida del desbaste de residuales se conduce al desarenador-desengrasador que será de tipo longitudinal aireado, de flujo en espiral.



Fuente: <http://iesmunoztorrero.juntaextremadura.net>

REQUERIMIENTOS

Parámetro	Unidades	Valor
Diámetro de las partículas eliminadas	mm	$\geq 0,2$
Qdiseño	m ³ /h	Q _{max} en pretratamiento
Carga hidráulica de trabajo o velocidad ascensional	m ³ /m ² /hora	≤ 10 a Q _{med}
		≤ 20 a Q _{max}
Velocidad Horizontal o velocidad de paso transversal	m/seg	$\leq 0,1$
Relación Longitud/Anchura		≥ 2
El tiempo de retención hidráulica	min	≥ 20 a Q _{med}
		≥ 6 a Q _{max}
Suministro de aire	m ³ /h/m ²	≥ 8 por m ² de superficie de lámina de agua
	m ³ /h/m ³	≥ 2 por m ³ del desarenador

DIMENSIONAMIENTO

Para el dimensionamiento calculamos en primer lugar el volumen unitario de tanque. Por razones de mantenimiento será necesario su vaciado periódico el tanque por lo que habrá que contar al menos con dos unidades:

$$V = \frac{Q}{n^{\circ} \cdot \frac{60}{tr}}$$

Siendo:

V = Volumen unitario del tanque (m³)

Q = Caudal (m³/h)

Nº = Número de unidades

t_r = Tiempo de retención (min)

A continuación, y estableciendo una carga superficial de trabajo podemos calcular la superficie de la lámina de agua, a efectos de definir las dimensiones del desarenador:

$$S = \frac{Q}{n^{\circ} \cdot Cs}$$

Siendo:

S= Superficie de la lámina de agua (m²)

Q = Caudal (m³/h)

Cs = Carga superficial (m³/m²/h):

$$Cs = \frac{\frac{Q}{S_{Lámina de Agua}}}{n^{\circ}} < 70$$

De este modo, la longitud del tanque vendrá dada por:

$$L = \sqrt{S_{Lámina de Agua} \cdot a}$$

Siendo:

L= Longitud del tanque (m)

Sl = Superficie lámina de agua (m²)

a = Relación largo/ancho

Definición y datos de funcionamiento	ACTUAL	FUTURO
-Caudal medio en desarenado (m ³ /h)	12,24	19,84
-Caudal máximo en desarenado (m ³ /h)	36,72	59,52
-Nº de líneas en funcionamiento	1,00	1,00
-Tiempo de retención requerido a Q med (min)	20,00	20,00
-Tiempo de retención requerido a Q max (min)	6,00	6,00
- Volumen mínimo necesario a Qmed (m ³)	4,08	6,61
- Volumen mínimo necesario a Qmax (m ³)	1,22	1,98
- Volumen mínimo necesario (m ³)	5,00	7,00
- Carga hidráulica de trabajo o velocidad ascensional máxima permitida a Qmed (m ³ /m ² /hora)	10,00	10,00
- Carga hidráulica de trabajo o velocidad ascensional máxima permitida a Qmax (m ³ /m ² /hora)	20,00	20,00
-Superficie de lámina de agua a Qmed (m ²)	1,22	1,98
-Superficie de lámina de agua a Qmax (m ²)	0,09	0,15
-Superficie de lámina de agua requerida (m ²)	2,00	2,00
- Relación longitud/anchura requerida	5,00	5,00

-Longitud del tanque a Qmed (m)	2,47	3,15
-Longitud del tanque a Qmed (m)	0,68	0,86
-Longitud del tanque requerida (m)	2,50	3,20
-Longitud del tanque adoptada (m)	4,00	4,00
-Ancho total del desarenador (m)	2,00	2,00
- Relación longitud/anchura adoptada	2,00	2,00
-Superficie real de cada línea (m²)	8,00	8,00
-Velocidad ascensional real a Q medio (m/h)	1,53	2,48
-Velocidad ascensional real a Q max (m/h)	4,59	7,44

Finalmente, la altura recta será:

$$Hr = \frac{St - \left(\frac{1}{2} A \cdot Ht\right)}{A}$$

Hr = Altura recta (m)

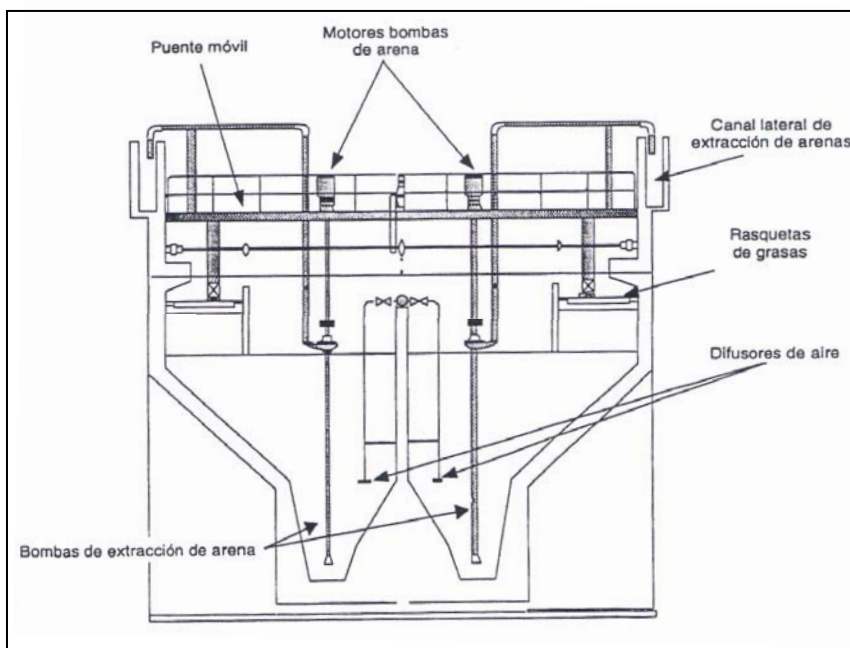
St = Superficie transversal (m²)

A = Ancho desarenado-desengrasado (m)

Ht= Altura trapezoidal (m)

La altura trapezoidal, para una inclinación de 45° de la zona trapezoidal, será:

$$Ht = \frac{A}{2} \cdot \frac{\cos 45^\circ}{\sin 45^\circ}$$



Geometría del desarenador	ACTUAL	FUTURO
- Profundidad (m)	2,00	2,00
- Relación anchura/profundidad	1,00	1,00
-Sección transversal (m ²)	4,00	4,00
-Altura trapezoidal (m)	0,62	0,62
-Altura recta (m)	1,69	1,69
-Velocidad a través de la sección transversal (m/s) a Q medio	0,001	0,001
-Volumen unitario desarenador (m ³)	16,00	16,00
-Tiempo de retención a Q med (min)	78,43	48,39
-Tiempo de retención a Q max (min)	26,14	16,13

Donde se observa que con estas dimensiones se cumplen los tiempos de retención mínimos exigidos

5.3.1. AIREACIÓN DEL DESARENADOR

La aportación de aire a estos desarenadores - desengrasadores se realiza por medio de soplantes de canal lateral. El aire aportado por las soplantes se distribuye por medio de los difusores de burbuja gruesa por línea, siendo el caudal máximo por difusor de 8 m³/h.

REQUERIMIENTOS

Parámetro	Unidades	Valor
Suministro de aire	m ³ /h/m ²	≥8 por m ² de superficie de lámina de agua
	m ³ /h/m ³	≥2 por m ³ del desarenador

DIMENSIONAMIENTO

Cálculo del caudal de aire necesario:

$$Q_{\text{aire}} = St \times n^{\circ} \text{ unidades} \times Q_{\text{aire unitario}}$$

$$St = \text{Superficie transversal (m}^2\text{)}$$

Sistema de aeración	ACTUAL	FUTURO
-Tipo de aeración	Soplantes	Soplantes
-Ratio de aeración (m ³ /m ² /h)	8,00	8,00
-Sección transversal (m ²)	3,00	3,00
-Necesidades aire por línea (m ³ /h)	64,00	64,00
-Necesidades aire por línea (m ³ /min)	1,07	1,07
-Nº soplantes en servicio	1,00	1,00

-Nº soplantes en reserva	1,00	1,00
-Caudal adoptado de la soplante (Sm ³ /h)	65,00	65,00
-Caudal por difusor (m ³ /h)	8,00	8,00
-Nº de difusores por línea	9,00	9,00
-Diámetro de las impulsiones de las soplantes (m)	0,050	0,050
-Superficie (m ²)	0,002	0,002
-Velocidad en tramo individual (m/s)	9,05	9,05

Las soplantes se encuentran ubicadas debajo del desarenador debido al pequeño tamaño que tienen.

Por tanto, Se dispone de una línea de desarenado - desengrase con las siguientes características:

DESARENADO-DESENGRASADO				
Dimensiones (m ²)	Profundidad del canal (m)	Q _{max} (m ³ /h)	T de retención a Q _{max} (min)	Aireación
4,0 x 2	2	36,7	26,14	1 + 1 Soplantes de 65 Nm ³ /h y 9 difusores

El desarenador-desengrasador está dotado de un puente tipo, a bordo del cual se sitúa la bomba de extracción de arenas. Esta bomba aspira la arena del fondo del desarenador y la impulsa hacia el clasificador de arenas de 25 m³/h, el cual evacua las arenas a un contenedor.

El caudal de la bomba de arena que va situada a bordo de los puentes es de 1,5 m³/h, suficiente como para garantizar que no se produzcan deposiciones de arena en el fondo del desarenador.

La recogida de grasas se efectúa mediante un sistema de rasquetas de superficie, que empujan las grasas almacenadas en la parte lateral de los desarenadores - desengrasadores, hasta un pequeño separador de grasas y posteriormente a un contenedor drenado.

La entrada y aislamiento del desarenador se realiza por compuerta automática en AISI-316. También dispone de by-pass mediante tubería del mismo material, de 150 mm. de diámetro, que comunica con la salida de agua del desarenador

El clasificador de arenas y desarenador disponen de válvulas de vaciado.

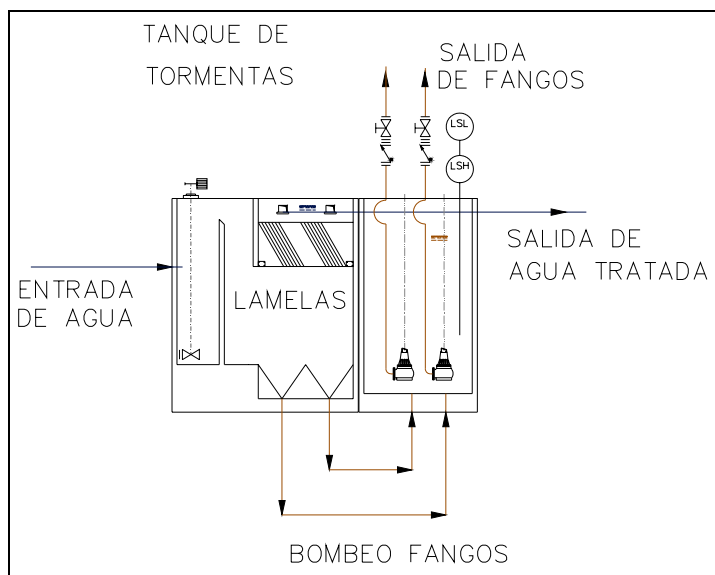
En la salida del desarenado-desengrase se sitúa un medidor de caudal electromagnético en la tubería de entrada a la obra de reparto del tanque de tormentas, de 150 mm. en fundición.

5.4. TANQUE DE TORMENTAS

El agua pretratada entra en una arqueta que contiene una válvula reguladora de conexión con el tratamiento biológico, y un vertedero que sirve de alivio y by-pass de los reactores biológicos, y que comunica con el tanque de tormentas.

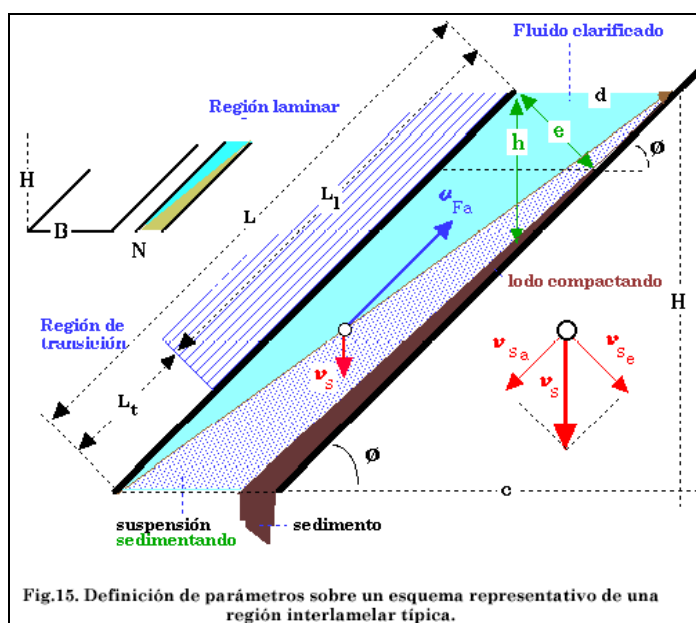
El incluir el tanque de tormentas es consecuencia del artículo 28.3.b) de las determinaciones de carácter normativo del plan hidrológico de la cuenca del Tajo. Esta normativa exige que el caudal aliviado sea tratado por un proceso de decantación para el triple del Q_{med} en tiempo seco.

Para conseguir dicho objetivo, el caudal aliviado tras el pretratamiento será tratado por un desatador lamelar.



REQUERIMIENTOS:

Parámetro	Unidades	Valor
Carga Superficial o velocidad ascensional	m ³ /m ² /h	≤1 por m ² de superficie útil de lamela por hora a Q _{max}
Angulo de inclinación mínimo de las lamelas	Grados	60°
Rendimiento máximo de cada placa	%	80
Caudal unitario por ml de vertedero	m ³ /h	20 a Q _{med}
		30 a Q _{max}



Fuente: Los sedimentadores lamelares en el tratamiento de aguas residuales. Universidad de Oviedo

DIMENSIONAMIENTO

-Tipo de decantador	Lamelar	Lamelar
-Velocidad necesaria de superficie util de lamela (m/h)	1,00	1,00
-Caudal máximo a aliviar con el biologico en marcha (m³/h)	6,59	14,27
-Caudal máximo a aliviar con biologico fuera de servicio (m³/h)	36,72	59,52
-Nº de líneas	1,00	1,00
-Superficie lamelar necesaria (m²)	36,72	59,52
-Longitud del decantador (m)	2,80	2,80
-Anchura del decantador (m)	2,15	2,15
-Superficie total en planta de decantación (m²)	6,02	6,02
-Superficie en planta util de decantación (m²)	5,24	5,24

Lamelas

-Tipo de lamelas	Nido abeja	Nido abeja
-Inclinación de las lamelas (°)	60,00	60,00
-Separación de las lamelas (m)	0,08	0,08
-Altura de las lamelas (m)	1,30	1,30
-Nº de lamelas	34,00	34,00
-Superficie lamelar adoptada (m²)	95,03	95,03
-Ancho de cada bloque (mm.)	977,00	977,00
-Nº de bloques en ancho	2,00	2,00
-Ancho total de los bloques (m)	1,95	1,95
-Longitud de cada bloque (mm.)	1.340,00	1.340,00
-Nº de bloques en longitud	2,00	2,00
-Longitud total de los bloques (m)	2,68	2,68

Vertederos de salida

-Nº de vertederos dobles por decantador	2,00	2,00
-Longitud total de cada canal vertedero doble (m)	2,15	2,15
-Ancho del canal vertedero (m)	0,20	0,20
-Alto del canal vertedero (m)	0,15	0,15
-Longitud total de vertedero (m)	8,60	8,60

Parámetros de funcionamiento

A Q maximo sin biologico

-Velocidad de Hazen (m/h)	0,84	1,36
-Velocidad de decantación aparente sobre planta (m/h)	6,10	9,89
-Altura útil del decantador (m)	3,80	3,80
-Altura total decantador (m)	4,20	4,20
-Volumen total de decantación (m3)	19,90	19,90
-Velocidad a través de las lamelas (m/h)	8,10	13,13
-Carga sobre vertedero (m³/h)	4,27	6,92

A Q alivio con biologico en marcha

-Velocidad de Hazen (m/h)	0,15	0,33
-Velocidad de decantación aparente sobre planta (m/h)	1,09	2,37
-Altura útil del decantador (m)	3,80	3,80
-Altura total decantador (m)	4,20	4,20
-Volumen total de decantación (m3)	19,90	19,90
-Velocidad a través de las lamelas (m/h)	1,45	3,15
-Carga sobre vertedero (m³/h)	0,77	1,66

Por tanto, se proyecta un tanque de tormentas en forma de decantador lamelar rectangular, cuyas características se resumen en el siguiente cuadro:

Longitud (m)	Anchura (m)	Altura de las lamelas (m)	Superficie lamelar (m²)	Bombeo de fangos y vaciados		Ø Conducción n purga (m)
				Nº bombas	Q _u adoptado (m³/h)	
2,8	2,15	1,3	95,03	1 + 1	5	0,10

El volumen total del decantador es de 19,9 m³ y el tiempo de vaciado previsto es inferior a 4 horas.

La velocidad a través de las lamelas con el biológico en marcha, es de 1,45 m/h para la época actual, y 3,32 m/h para el futuro. La velocidad de Hazen es de 0,15 m/h con el biológico en funcionamiento, y 0,84 m/h sin biológico.

Si el tanque de tormentas se llena como consecuencia de la lluvia empezará a funcionar como decantador lamelar, y el agua clarificada se verterá a la conducción de alivio y by-pass general.

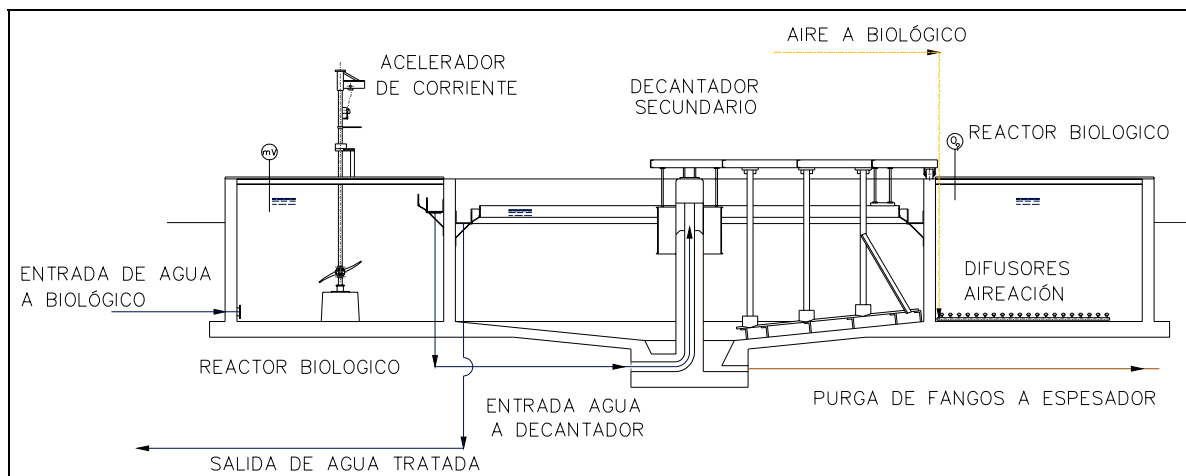
Tanto la tubería de purga como los canales metálicos de salida de agua decantada, se ejecutarán en acero inoxidable.

La salida de vaciados del tanque de tormentas se impulsa con las bombas sumergibles definidas en el cuadro anterior, mediante tubería de acero inoxidable de 65 mm. de diámetro hasta la arqueta de entrada al biológico, después de finalizar el episodio de lluvias.

La tubería de salida por gravedad del agua del tanque de tormentas, es de 150 mm. en AISI-316.

5.5. REACTOR BIOLÓGICO CIRCULAR CON DECANTADOR EN EL CENTRO

Se proyecta un tratamiento de fangos activos en oxidación prolongada tipo circular, con nitrificación-desnitrificación con dos líneas, en un sistema circular con decantador en el centro.



REQUERIMIENTOS:

Parámetro	Unidades	Valor
Nº mínimo de líneas	Uds	2
Temperatura mínima de diseño (volumen)	Grados	$\geq 14^{\circ}$
Temperatura máxima de diseño (necesidades de oxígeno)	Grados	$\leq 22^{\circ}$
Tiempo de retención de sólidos (Edad del fango)	Días	≥ 18 a Temp. invierno
Concentración de sólidos en el reactor (MLSS)	mg/l	≤ 3.500
Demanda teórica de oxígeno	Kg O ₂ /kg DBO ₅ eliminada	$\geq 1,8$
Resguardo hidráulico de la cuba de aireación	m	$\geq 0,6$
Agitación zona anóxica	W/m ³	≥ 20
Concetración de fango recirculado	mg/l	≥ 8
Capacidad de recirculación	% de Q _{med}	$\geq 150\%$
Volumen de fangos en exceso producidos	kg fangos en exceso/ kg DBO ₅ eliminado	$\geq 0,9\text{kg}$

DIMENSIONAMIENTO:

En el anexo de hoja de cálculo, se han realizado los cálculos para la época actual y el futuro.

Dentro de cada época, se han se ha considerado una temperatura de diseño en verano de 22°C, y en invierno de 14°C.

La concentración del licor mezcla en los dos casos es de 2,5 Kg/m³ para el caso actual, y 2,7 Kg/m³ para el futuro, para poder conseguir una edad del fango superior a los 18 días en todos los casos. La fracción de anoxia considerada es del 25 %

A. Edad del fango

Para el cálculo de la edad del fango se ha utilizado la fórmula:

La edad del fango,

- Masa de fangos en la cuba: Concentración x Volumen
- Producción fangos en exceso:

K x DBO5 eliminada, donde K según A131 varía en función de la temperatura, edad del fango y relación SS/DBO5.

Así pues con estos datos obtenemos la edad de fango de la instalación, tanto en verano como en invierno.

De acuerdo a la normativa ATV - Standard A131 (Alemania), la edad del fango necesaria para producir nitrificación-desnitrificación, y la temperatura, están relacionadas por la expresión:

$$\text{Mínima Edad Fango} = \frac{2,3 \times 2,3 \times 1,103^{15-T}}{1 - f_x} \text{ (dias)}$$

B. Nitrificación-desnitrificación

De acuerdo a las experiencias de Van Haaendel, Dold y Marais de la Universidad de Cape Town (Sudáfrica), existe una **fracción de nitrógeno amoniacal (Na)**, que no se nitrifica y que viene dada por la siguiente expresión:

$$N_a \text{ (mg/l)} = \frac{K_n T \times (b_n T + 1/E)}{U_{nmt} \times (1 - f_x) - (b_n T + 1/E)}$$

Siendo:

KnT = Coeficiente de saturación para nitrificación.

$$KnT = 1,123(T-20) \text{ mg. N-NH}_3/\text{l}$$

bnt = Coeficiente de decrecimiento de las bacterias nitrificantes para respiración endógena.

$$bnt = 0,04 \times 1,029(T-20)$$

E=Edad del fango.

Unmt = Coeficiente de crecimiento de las bacterias nitrificantes.

$$Unmt = U(20) \times 1,123(T-20) \text{ (1/día)}$$

Siendo U(20) = 0,5 en condiciones normales y 0,4 en condiciones más desfavorables.

fx = Fracción de los MLSS existentes en la zona anóxica. Coincide sensiblemente con el porcentaje correspondiente a la zona anóxica, del total del reactor biológico. Conviene ponerla para desnitrificar, total o parcialmente, si sólo se dispone de la recirculación de fangos activados en dicha zona, y evitar en el supuesto de desnitrificación parcial que la concentración de nitratos, si se produjese nitrificación, superase el valor de 10-12 mg/l en el decantador secundario, lo cual entorpecería el proceso de clarificación, deteriorando la calidad del efluente. En nuestro caso $f_x=0,25$.

En nuestro caso N_a es variable para cada caso en función de la temperatura y los coeficientes de nitrificación-desnitrificación.

Los parámetros del ciclo del nitrógeno son:

- NTK** en el agua bruta
- NTK** orgánico soluble no biodegradable = 2 % NTK agua bruta
- NTK** orgánico soluble biodegradable no amonizable = 2 % NTK agua bruta
- NTK** en fangos biológicos (5 % de la DBO5 de entrada).
- NTK** en los S.S. de salida (6% MLSS salida).
- NTK** amoniacal que no se nitrifica (N_a).

En todos los casos, tendremos un máximo N-NTK a oxidar, que está definido en el anejo de dimensionamiento, con un N-NTK en el agua de salida diferente en cada caso.

Por otra parte, la expresión que da la **máxima concentración de N como nitrato, que podría desnitrificarse** en la zona anóxica prevista, es según Van Haandel, Dold y Marais:

$$D_c = S_{bi} \times \left[\frac{f_{bs} \times (1 - P \times Y)}{2,86} + \frac{Y \times E \times K_2 \times f_x}{1 + b h T \times E} \right]$$

Siendo:

S_{bi} = Concentración de DQO biodegradable en el efluente (supongamos en nuestro caso $S_{bi} \approx 1,65$ x DBO5 en el influente).

f_{bs} = Relación entre la DQO rápidamente degradable y la DQO biodegradable ($\approx 0,33$ para agua decantada y $\approx 0,24$ para agua no decantada).

P = Relación DQO/VSS de la masa de fangos ($\approx 1,50$ mg. DQO por mg. de VSS).

Y = Coeficiente de crecimiento de las bacterias heterótrofas (0,45 mg. VSS/mg. DQO)

K_2 = Coeficiente de desnitrificación = $0,1 \times 1,08(T-20)$ mg. N-NO₃H/mg. VASS/día.

$b h T$ = Coeficiente de decrecimiento de las bacterias heterótrofas = $0,24 \times 1,029(T-20)$ (1/día).

Para la temperatura de 14°C, se obtendrán según el anejo de dimensionamiento, diferentes valores de nitrato desnitrificable " D_c ".

Teniendo en cuenta las necesidades de materia carbonada para llevar a cabo la desnitrificación, se calculan 8 gr. de DBO5 disponible por gr. de N-NO₃ desnitrificado.

Así pues, tenemos una capacidad de desnitrificación teórica por limitación de carbono, de $[DBO5]/8 =$ " D_c " mg/l. N-NO₃.

Así pues, en todos los casos nuestra máxima capacidad de desnitrificación es el mínimo de estos dos valores.

Se fija el contenido en N-NO₃ en el agua tratada en 10 mg/l para poder conseguir un efluente con un N total próximo a 15 mg/l y se calcula la recirculación necesaria.

C. Necesidades de Recirculación

La expresión que da el grado de recirculación para desnitrificación es:

$$R(\%) = \left[\frac{N - N_{O_3 \text{ producido}} + N - NO_3 \text{ aguabruta}}{N - N_{O_3 \text{ agua tratada}}} - 1 \right] \times 100$$

Si adoptamos un índice de Mohlman de 150 y un porcentaje de recirculación necesario sobre el caudal medio, del 150%, obtenemos unas necesidades totales de recirculación que son superiores a las necesidades de recirculación interna.

Se ha previsto un acelerador de corriente por línea de biológico, de 1,5 kW. de potencia unitaria.

De esta manera, la calidad del agua tratada será:

- DBO₅ ≤ 15 mg/l.
- S.S.T. ≤ 20 mg/l.
- N-NH₄ ≈ 0,44 mg/l.
- N-NTK ≈ 3,3 mg/l.
- N-NO₃ ≈ 10,3 mg/l.
- N-Total (N-NTK + N-NO₃) ≈ 13,6 mg/l.
- P-Total ≈ 2,0 mg/l.

El volumen real adoptado es el indicado en el cuadro, con dos líneas en funcionamiento y una altura de lámina de agua de 3,32 m. A modo de resumen, las condiciones de operación en el reactor biológico son las siguientes:

Ø Decantador secundario (m)	Ø Reactor (m)	Superficie real total (m ²)	Volumen total (m ³)	Ancho reactor (m)	Carga (*) másica (Kg DBO ₅ /Kg mls · día)	Carga (*) Volúmica (Kg DBO ₅ /m ³ · día)	Edad (*) del fango (días)
7,0	12,0	135,4	449,5	2,2	0,0578	0,14	19,6

(*) Los parámetros de carga másica, volúmica y edad del fango, están referidos en época actual a 22 °C.

La entrada a la arqueta de reparto al biológico se regula con una válvula automática comandada con un medidor electromagnético de caudal en tubería ejecutada en AISI-304 de 125 mm. de diámetro. Esta arqueta tiene dos vertederos para distribuir el caudal a cada línea, las cuales están aisladas con válvula de compuerta de 100 mm.

La salida del licor mixto se realiza en el lado opuesto a la entrada, mediante un vertedero que conecta con el decantador secundario por medio de una tubería que discurre bajo la lámina de agua del decantador, hasta la campana central.

D. *Necesidades de Aireación*

La distribución de aire se realiza por medio de una parrilla de difusores de membrana de 9" por línea, con 28 difusores distribuidos en 7 filas con 4 difusores por fila.

Caudal máximo por difusor (Sm ³ /h)	Nº parrillas / línea	Nº filas / parrilla	Nº difusores / fila	Nº difusores / parrilla	Caudal total de aire necesario (Sm ³ /h)
4,67	1	7	4	28	233,01

El cálculo de las necesidades de oxígeno se ha realizado suponiendo que el agua desbastada entra directamente en el reactor biológico sin ningún tipo de reducción contaminante previa.

La capacidad de los equipos de producción de aire es la siguiente:

Nº soplantes instaladas	Caudal unitario (Nm ³ /h)	Contrapresión necesaria (m.c.a.)	Potencia instalada (kw)
2 + 1	150/45	4,0	4,0

Las soplantes del tratamiento biológico disponen de cabina de insonorización y además están aisladas en una sala independiente e insonorizada, donde se ha dejado espacio para una futura unidad más. El mantenimiento de estos equipos se realiza con un diferencial manual de 2.000 Kg.

Todas las tuberías de aire son independientes para cada reactor, están diseñadas en acero inoxidable AISI-304, y tienen un diámetro de 65 mm..

Las dos soplantes en funcionamiento están reguladas con un variador de frecuencia.

En las dos cubas de aeración, se prevén un medidor de oxígeno para controlar que la concentración en las cubas se mantenga superior a 2 mg/l y un medidor de potencial redox para controlar la nitrificación-desnitrificación.

5.6. DECANTACIÓN SECUNDARIA

El licor mezcla se transporta por gravedad desde la cuba de aeración hasta la decantación secundaria mediante una tubería en acero inoxidable AISI-304, de 150 mm., ejecutada bajo la lámina de agua del decantador, el cual al ser de tracción central no dificulta la ejecución de dicha tubería.

El decantador secundario será de rasquetas, circular y concéntrico al reactor biológico.

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO:

Parámetro	Unidades	Valor
Nº mínimo de líneas	Uds	2
Carga hidráulica de trabajo o velocidad ascensional	m ³ /m ² /hora	≤0,6 a Qmed
		≤1,15 a Qmax
Carga de sólidos por unidad de superficie	Kg/m ² /h	≤ 2 a Qmed

		$\leq 3,6$ a Q_{max}
El tiempo de retención hidráulica	horas	$45 \geq tr \leq 5$ a Q_{med}
Caudal unitario por ml de vertedero	m ³ /h	≤ 6 a Q_{med}
		≤ 10 a Q_{max}
Calado mínimo de los decantadores	m	$\geq 3,5$
Velocidad de desplazamiento perimetral del sistema de arrastre de fangos	m/h	≤ 120

DIMENSIONAMIENTO:

- Caudal punta: Para obtener la carga hidráulica.
- Velocidad Ascensional o Carga Superficial: Que determina la superficie del decantador.
- Tiempo de Retención: Que determina el volumen del decantador:
 - Biológicos con Carga Másica media > 3 h.
 - Biológicos de Aireación Prolongada 3-5 h.
- Carga de vertedero: Es igual al Caudal de agua tratada/mlineal de vertedero:
 - 4-6 m³/m² · h (Caudal med.).
 - 8-12 m³/m² · h (Caudal máx.).
- Calado del decantador: O altura interior del agua, que debe ser > 3 m.
- Carga de sólidos: Es igual a los kg de SS/m²·h.
- Grado de recirculación de fangos: Determina la concentración de SS del fango recirculado y condiciona el volumen y el tiempo de permanencia del fango en el clarificador.

Definicion de decantadores**ACTUAL FUTURO**

-Nº de líneas	2,00	3,00
-Caudal medio horario (m ³ /h)	12,24	19,84
-Caudal maximo (m ³ /h)	30,13	45,25
-Caudal medio por decantador (m ³ /h)	6,12	6,61
-Caudal máximo por decantador (m ³ /h)	15,07	15,08
-Diámetro adoptado (m)	7,00	7,00
-Superficie adoptada unitaria (m ²)	38,47	38,47
-Calado en el borde del vertedero (m)	3,11	3,11
-Volumen del decantador (m ³)	119,63	119,63
-Longitud del vertedero (m)	21,99	21,99

Parámetros de funcionamiento	ACTUAL	FUTURO
-Velocidad ascen. a Q med. (m/h)	0,16	0,17
-Velocidad real a Q máx. (m/h)	0,39	0,39
-Tiempo de retención a Qmedio (h)	19,55	18,09
-Tiempo de retención a Qmáximo (h)	7,94	7,93
-Carga de vertedero a Q medio (m³/mlxh)	0,28	0,30
-Carga de vertedero a Q max. (m³/mlxh)	0,69	0,69
-Caudal de recirculación por decantador (m³/h)	11,00	11,00
-Diámetro de la conducción de purga (m)	0,125	0,125
-Velocidad del fango en la conducción (m/s)	0,25	0,25
-Diámetro de la conducción de alimentación (m)	0,20	0,20
-Velocidad máxima en la conducción (m/s)	0,23	0,23
-Velocidad media en la conducción (m/s)	0,15	0,16

Justificación profundidad decantadores según ATV A-131

Calculo a Q punta

- Carga superficial hidráulica máxima (qA) (m³/m²/h)	0,39	0,39
- MLSS en reactor (DSat) (kg/m³)	2,50	2,70
- Concentración recirculación (DSrs) (kg/m³)	3,89	4,32
- Indice volumétrico medio de fango (SVI) (ml/gr)	150	150
- Relación recirculación (RV) = DSat/(DSrs - DSat)	1,80	1,66
- Volumen comparativo fango (CSV) = DSat x SVI/qa (ml/l)	375,00	405,00
- Carga superficial de fangos (qsv) = DSat x SVI x qa (l/m²/h)	146,87	158,81
- Sistema retirada fango	Rasquetas	Rasquetas
- Coeficiente extracción (Cn)	0,80	0,80
- Concentr. fango fondo decantador (DStf) = Dsrs/Cn (kg/m³)	4,86	5,40
- Tiempo de espesamiento (Tt) = (DStf x SVI/1000)^3 (h)	0,39	0,53

- Valor empírico concentración (C) = $300 \times Tt + 500$ (l/m ³)	616,49	659,79
--	--------	--------

Geometría del decantador

-Altura de la zona de clarificación h1 (m)	0,50	0,50
- Altura de la zona de separación h2 (m)	0,88	0,88
-Altura de la zona de almacenamiento h3(m)	0,47	0,50
-Altura de la zona de espesamiento h4 (m)	0,26	0,34
- Altura mínima a 2/3 del radio (según cálculo)	2,11	2,22
- Altura adoptada de la parte cilíndrica	3,11	3,11
-Pendiente de fondo (%)	10,00%	10,00%
-Diámetro zona tova central (m)	2,00	2,00
- Altura resultante a 2/3 del radio	3,19	3,19

Por tanto, las características específicas se resumen a continuación:

Ø (m)	Calado en vertedero (m)	Ø conducción purga (m)	Ø conducción alimentación (m)	Carga de vertedero a (m ³ /mlxh)		Velocidad real (m/h)	
				Q _{medio}	Q _{max}	Q _{medio}	Q _{max}
7	3,11	0,15	0,15	0,28	0,69	0,16	0,39

La salida del agua decantada se realiza mediante canal vertedero metálico, que conduce a un canal de agua decantada. De este canal, el agua tratada sale con tubería de acero inoxidable AISI-304 de 150 mm. desde cada decantador hasta la arqueta de agua tratada.

La extracción de fangos del decantador se realiza mediante una tubería que arranca desde la columna de cada decantador hacia la zona perimetral del mismo situada bajo la solera del decantador, terminando en la arqueta de bombeo de fango recirculado y fango en exceso.

5.7.DOSIFICACIÓN DE CLORURO FERRICO

Para la eliminación de fósforo por vía química, se ha previsto una dosificación de cloruro férrico de 3 Kg. de Fe por Kg. de fósforo a eliminar.

Para ello se dispone de un depósito de almacenamiento de 1.000 litros, con (2+1) bombas dosificadoras de membrana de 0- 25 l/h de caudal unitario reguladas con un variador de frecuencia y comandadas por el medidor de caudal de agua al tratamiento biológico.

Todas las tuberías de dosificación de reactivos se ejecutan en polipropileno.

5.8. BOMBEO DE FANGOS

En la obra de bombeo de fangos existen dos válvulas que permiten aislar las tuberías de extracción de fangos de los decantadores en caso de problemas mecánicos. En el pozo de fangos, además de situarse las tres bombas de fangos recirculados, se sitúan en la parte opuesta las dos bombas de fangos en exceso.

Recirculación externa de fangos			Bombeo de fangos en exceso			
Nº bombas	Q _u adoptado (m³/h)	Altura manométrica (m.c.a.)	Nº bombas	Q _u adoptado (m³/h)	Altura manométrica (m.c.a.)	Horas de purga
2 + 1	11	3	1 + 1	5	7	1,64

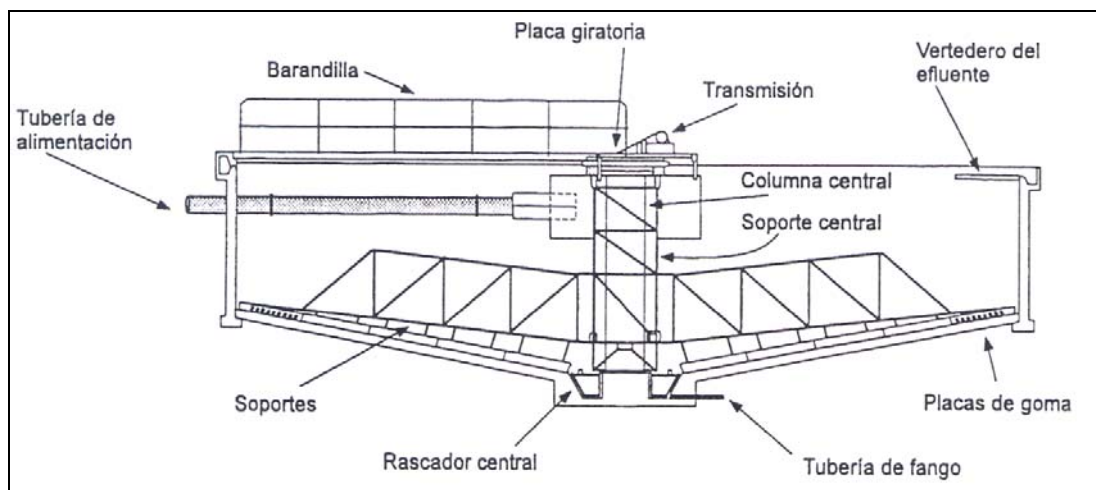
Cada una de las dos bombas de recirculación en funcionamiento están reguladas con un variador de frecuencia, y comandadas por un caudalímetro electromagnético en tubería.

Los fangos en exceso se bombean mediante tubería de polietileno de alta densidad, de 90 mm. al espesador. Esta tubería también dispone de un medidor de caudal electromagnético.

La salida de flotantes de los decantadores se conducen a un pozo de bombeo donde se ubican (1+1) bombas sumergibles de 4 m³/h a 10 m.c.a., que los impulsa al separador de grasas mediante tubería de polietileno de alta densidad, de 75 mm.

5.9. ESPESAMIENTO DE FANGOS

Para el espesamiento de los fangos en exceso, se ha previsto un espesador circular, con cubierta de PRFV:



Fuente: <http://www.grupotar.net/>

REQUERIMIENTOS:

Parámetro	Unidades	Valor
Nº de uds	Uds	1
Concentración de fango extraído del decantador secundario	mg/l	8
Carga de sólidos	Kg/m²/día	< 25
Carga hidráulica máxima	m³/m²/h	< 0,9
Tiempo de retención de fangos	Días	> 7

Tiempo de retención hidráulico	horas	24
Concetración máxima del fangos espesado	%	3
Resguardo mínimo de la cuba	m	0,5

DIMENSIONAMIENTO:

- 1) Cálculo de la superficie del espesador:

$$S = \frac{Qf / 24}{Ch / n^{\circ}}$$

Siendo:

S = Superficie del espesador (m²)Q = Caudal de fangos que entran en el espesador (m³/d)Ch= Carga hidráulica (m³/m².h)

N°= Número de unidades funcionando

	ACTUAL	FUTURO
-Fangos en exceso a espesamiento (kg/día)	65,79	101,14
-Caudal diario de fangos (m ³ /día)	8,22	12,64
-N° de espesadores	1,00	1,00
-Concentración media entrada (kg/m ³)	8,00	8,00
-Concentración fango espesado (kg/m ³)	30,00	30,00
-Concentración media para tiempo de retención (kg/m ³)	19,00	19,00
-N° de depósitos	1,00	1,00
-Altura en borde (m)	3,60	3,60
-Diámetro adoptado (m)	4,00	4,00
-Superficie unitaria adoptada (m ²)	12,57	12,57

- 2) Volumen del espesador:

$$V = \frac{Vf}{24} \cdot \frac{Tr}{n^{\circ}}$$

Siendo:

V = Volumen espesador (m³)Vf = Volumen de fangos a espesar (m³)

Tr = Tiempo de retención (h)

N°=Número de unidades en funcionamiento

	ACTUAL	FUTURO
-Altura de la parte inclinada (m)	0,40	0,40
-Volumen del cono inferior (m ³)	1,68	1,68

-Volumen adoptado (m³)	46,91	46,91
------------------------	-------	-------

Disponiendo de la superficie y el volumen del tanque la obtención de la altura es directa, no obstante ésta influye sobre la capacidad de espesamiento resultando los valores comprendidos entre 2,5 y 3 m los más adecuados tanto desde el punto de vista técnico como del económico.

3) Carga de sólidos:

$$C_s = \frac{F_t}{S \cdot n^o}$$

Siendo:

C_s=Carga de sólidos (kg/m².d)

F_t=Peso total de fangos a espesar (kg/m².d)

S_e = Superficie del espesador (m²)kg/d)

N^o = Número de unidades en funcionamiento

4) Volumen de salida:

$$V_{fs} = \frac{F_t}{P_s}$$

Siendo:

V_{fs}=Volumen de fangos de salida (m³/d)

F_t = Peso total de fangos (kg/d)

P_s= Concentración de fangos de salida (kg/m³)

5) Caudal de reboses:

$$Q_r = Q_e - Q_s$$

Siendo:

Q_r = Caudal de reboses (m³/d)

Q_e = Caudal de fangos de entrada (m³/d)

Q_s = Caudal de fangos de salida (m³/d)

	ACTUAL	FUTURO
-Tiempo de retención del fango (días)	13,55	8,81
-Tiempo de retención hidraulico (días)	5,70	3,71
-Carga real de trabajo (kg/m ² .día)	5,24	8,05
-Concentración fango espesado (kg/m ³)	30,00	30,00
-Volumen diario fangos espesados (m ³ /día)	0,27	0,42
-Volumen de sobrenadante (m ³ /día)	5,85	6,19

Por tanto, las características del espesador adoptado son:

Ø (m)	Superficie (m ²)	Altura en vertedero (m)	Carga de trabajo (kg MS/m ² /día)	Tiempo (*) retención (días)	Concentración fangos espesados (g/l)	Volumen (*) fangos espesados (m ³ /día)
-------	------------------------------	-------------------------	--	-----------------------------	--------------------------------------	--

4	12,57	3,60	5,24	13,55	30	0,27
---	-------	------	------	-------	----	------

(*) El tiempo de retención y el volumen de fangos espesados están expresados para época actual a 14°C, que es la más restrictiva.

Los sobrenadantes del espesador desembocan en una arqueta que comunica con la red de vaciados hasta su reincorporación a cabecera de instalación.

La purga de fangos del espesamiento se realiza en tubería acero inoxidable AISI-304e, 150 mm. de diámetro. En estas plantas no están previstos sistemas de deshidratación, planteándose únicamente equipos de evacuación de fango espesado a camión.

La purga de fangos del espesamiento a secado se realiza en tubería acero inoxidable AISI-304, de 150 mm. de diámetro. Desde esta conducción, se puede hacer el vaciado a cabecera o sacar un ramal para la aspiración de las bombas de fangos espesados a depósito.

Para este menester, se han previsto dos bombas horizontales de tornillo, de 5 m³/h de caudal unitario, con válvulas y tuberías en AISI-304 de 80 mm. Las dos impulsiones terminan en un colector común con enganche guillemin para conexión a camión.

5.10. INSTALACIONES AUXILIARES

5.10.1. DESODORIZACIÓN

El sistema proyectado en el espesador y edificio de proceso es una desodorización por carbón activo instalada en uno de los laterales del edificio. Se ha diseñado para un caudal de 6.500 Nm³/h con 10 renovaciones/hora.

Zona pretratamiento

-Area de la zona (m²)	160,00
-Altura libre (m)	4,00
-Volumen total (m³)	640,00
-Volumen a deducir (m³)	35,05
-Volumen total a desodorizar (m³)	604,95
-Nº de renovaciones a la hora	10,00
-Caudal necesario en zona pretratamiento (m³/h)	6.049,50

Zona Espesador

-Area de la zona (m²)	12,57
-Altura libre (m)	2,00
-Volumen total a desodorizar (m³)	25,13
-Nº de renovaciones a la hora	10,00
-Caudal necesario en zona espesamiento (m³/h)	251,33

INSTALACIÓN DE DESODORIZACIÓN

-Nº de ventiladores	1,00
-Caudal necesario del ventilador (m³/h)	6.300,83
-Caudal adoptado del ventilador (m³/h)	6.500,00

5.10.2. VACIADO DE ELEMENTOS

Se han previsto vaciados en todos los aparatos, aunque al ser una planta tan pequeña no se realiza de forma directa.

Los decantadores se vacían a través de las bombas de fangos en exceso vía espesador. Para ello se realizan las siguientes operaciones:

- Se cierra la alimentación al biológico y/o decantador que se quiere vaciar, dejando que todo el caudal vaya por la otra línea.
- Se cierra la purga de fangos del decantador que sigue en funcionamiento.
- Se para la recirculación de las dos líneas.
- Se vacía el decantador con las bombas de fangos en exceso hasta el espesador. En este punto se puede purgar a camión todo el fango extraído del decantador, y posteriormente se cierra el vaciado a camión y se llena el espesador con el agua decantada hasta su rebose a cabecera.

El vaciado del reactor biológico se ha previsto descolgando una bomba de achique portátil que impulse todo el efluente al decantador. Posteriormente se realiza el vaciado del decantador de la forma descrita anteriormente.

Los vaciados del decantador lamelar y pozo de recirculación de fangos se realiza con las bombas propias instaladas en estos depósitos. Para el vaciado del pozo de fangos hay que parar la recirculación y vaciar, como en el caso de los decantadores, por medio de las bombas de fangos en exceso.

5.10.3. RED DE PLUVIALES

Se ha dispuesto una red de pluviales en la zona del vial central, formada por un conjunto de tuberías de PVC y sus correspondientes arquetas sumideros, que se reúnen en un pozo de registro de conexión con la tubería de agua tratada.

5.10.4. AIRE DE SERVICIOS

Se ha incluido una pequeña red de aire de servicios formada por un compresor de 19 Nm³/h, con sus correspondientes tuberías de distribución.

5.10.5. AGUA POTABLE

El agua potable se conducirá a las plantas de tratamiento mediante tubería de polietileno de 40 mm. de diámetro desde el punto definido en el Pliego situado a una distancia de 841 m. de la parcela E.D.A.R.

5.10.6. AGUA DE SERVICIO INDUSTRIAL Y DE RIEGO

Las redes de agua de servicio industrial y de riego se alimentarán con efluente final de la planta, impulsado por un grupo de presión hidroneumático, formado por dos bombas de 9 m³/h de caudal unitario y un calderín de 100 l.

El riego se diseña con aspersores, programador electrónico y tuberías de distribución.

5.10.7. RED DE AGUAS RESIDUALES

En el edificio de proceso se ha diseñado una red de drenajes y vaciados que confluye por gravedad en el pozo de gruesos. En ella están incluidas las aguas fecales de los aseos y laboratorio.

Esta red consistirá, básicamente, en un colector que partiendo del edificio polivalente y del edificio de control conducirá las aguas residuales a la red de vaciados para su envío a cabecera de la planta depuradora.

5.10.8. PASARELAS Y POLIPASTOS

Todos los depósitos y elementos elevados irán dotados de pasarelas de acceso con escalera. Las pasarelas llevarán sus correspondientes barandillas de seguridad y las escaleras pasamanos.

Todos los equipos ubicados en el edificio de proceso, dispondrán del puente grúa para la elevación y extracción en caso de avería.

5.10.9. LABORATORIO

Se ha considerado una partida presupuestaria para el equipamiento necesario para dotar a la planta de un pequeño laboratorio.

6. RELACIÓN DE EQUIPOS

Uno de los asuntos importantes que más tiempo requiere son las mediciones y la valoración de los

A continuación se muestra un resumen de las especificaciones de los equipos más relevantes y los suministradores propuestos:

EQUIPO	FABRICANTE/ SUMINISTRADOR	MODELO	Nº UNIDADES	CARACTERÍSTICAS
ACELERADORES DE CORRIENTE	ABS	RW 3021-A15/6-EC-D01-1-BC	2	Sumergibles de 1,5 kW. (1 Ud. por balsa).
BOMBAS DE AGUA BRUTA	EGGER	T31-50 HF4 LB2	3+1	Caudal: 15 m³/h. Con variador de frecuencia (1 Ud.). Sumergibles
BOMBAS EXTRACCIÓN DE ARENAS	TURO	TV 41-50 SO8 LB3-2 “SP”	1	Caudal: 1,5 m³/h.
BOMBAS DE FANGOS EN EXCESO	ABS	AS 0630-S 22/4	1+1	Caudal: 5 m³/h. Sumergible.
BOMBAS DE FLOTANTES DECANTACIÓN SECUNDARIA	ABS	AS 0630-S 22/4	1+1	Caudal : 4 m³/h. Sumergible
BOMBAS DE RECIRCULACIÓN EXTERNA	ABS	AS 0630-S 13/4	2+1	Sumergibles de 11 m³/h. Con variador de frecuencia (2 Ud.)
BOMBEO CLORURO FÉRRICO	TIMSA	E00.0250 PP 10 FPG	2+1	Dosificadora de membrana de 0-25 l/h, con variador de frecuencia (3 Ud.)
BOMBEO DE FANGOS A CAMIÓN	ALBOSA	C1KC11RM	1	Caudal: 5 m³/h.
BOMBEO VACIADOS TANQUE DE TORMENTAS	ABS	AS 0630-S 22/4	1+1	Caudal: 5 m³/h. Sumergible.
CLASIFICADOR DE ARENAS	DAGA	MR37T-035	1	Caudal de tratamiento 25 m³/h. Máximo hidráulico: 50 m³/h.
COMPRESOR AIRE DE SERVICIOS	COMPAIR	PROpack 320/100 PM	1	Caudal de aire: 19,2 Nm³/h.
COMPUERTAS	DAGA	VARIOS	4	Manuales o motorizadas en AISI-316
CUCHARA BIVALVA	GALMEN	-----	1	Capacidad 50 l.
DECANTADORES SECUNDARIOS	DAGA	-----	2	Circulares de rasquetas de 7 m en Galvanizado.
DEPÓSITO ALMACENAMIENTO CLORURO FÉRRICO	TECNIUM	-----	1	Vertical de 1.000 l.
DESODORIZACIÓN	TECNIUM	-----	1	Carbón activo. Caudal: 6.500 m³/h.
ESPEADOR DE GRAVEDAD	DAGA	MR21N-0400	1	Circular de 4 m de diámetro, en AISI-304.

EQUIPO	FABRICANTE/ SUMINISTRADOR	MODELO	Nº UNIDADES	CARACTERÍSTICAS
GRUPO DE PRESIÓN AGUA DE SERVICIOS	IDEAL	-----	1	2 Bombas verticales de 9 m³/h y un calderín de membrana de 100 l.
LAMELAS	ECOTEC	FS 41.50	1	1 zona de decantación. Dim. zona lamelar: 2,8 x 2,15 m.
PARRILLAS DE DIFUSORES	SANITAIRE	-----	2	Circulares de membrana de 9". 1 parrilla con 28 difusores /parrilla (1 Ud. por línea)
POLIPASTO SALA SOPLANTES	VICINAY	ABK 201-2004 U	1	Eléctrico monorrail de 2.000 kg.
PUENTE GRÚA MONOCARRIL	VICINAY	-----	1	Capacidad: 2.000 kg.
PUENTE DESARENADOR-DESENGRASADOR	DAGA	-----	1	AISI-316. Dimensiones: 0,8 x 4 m.
REJA MANUAL DE GRUESOS EN POZO	DAGA	-----	1	AISI-316. Paso 50 mm.
SEPARADOR DE GRASAS	DAGA	MR08D	1	Caudal 35 m³/h.
SOPLANTES BIOLÓGICO	MPR	SEM 2 TR	2+1	Caudal 150/45 m³/h. Con variador de frecuencia (2 Ud.)
SOPLANTES DESARENADO	MPR	CL12/21	2	Caudal 40 m³/h.
TAMIZ AUTÓNOMO EN ALIVIO BY-PASS	ALBOSA	STORMSCREEN SC3A100064	1	AISI-316. Caudal: 63 m³/h. Paso: 6 mm.
TAMIZ DE FINOS TIPO ESCALERA	ABS	ROTOSCREEN RSM 7x30x3	2	AISI-304. Caudal: 61 m³/h. Paso: 3 mm.
TORNILLO RANSORTADOR DE RESIDUOS	NUTECO	-----	1	AISI-316. Capacidad: 1,5 m³/h.
VARIADORES DE FRECUENCIA	SCHNEIDER	-----	8	Varios (1 Ud de 1,1 kW + 2 Uds de 4 Kw + 3 Uds de 0,37 kW + 2 Ud de 1,5 kW.....)
VENTILADORES	SODECA	VARIOS		Extractor helicoidal (1 de 5.300 m³/h +

7. ANEXO I. HOJA DE CÁLCULOS

E.D.A.R. ROBLLEDILLO DE LA JARA

DIMENSIONAMIENTO DEL PROCESO

1.- DATOS DE PARTIDA

ACTUAL		FUTURO	
T= 14°C	T= 22°C	T= 14°C	T= 22°C

1.1 Características del influente

Nº de habitantes equivalentes de diseño	1.082	1.082	1.754	1.754
Caudal medio diario (m³/día)	294	294	476	476
D.B.O.5 media (mg/l)	221	221	221	221
D.B.O.5 (kg/día)	65	65	105	105
S.S.T. media (mg/l)	277	277	277	277
S.S.T. (kg/día)	81	81	132	132
N.T.K. media (mg/l)	41	41	41	41
P-P total (mg/l)	7	7	7	7

CAUDAL MEDIO (m³/h)	12,24	12,24	19,84	19,84
CAUDAL MÁXIMO EN COLECTORES (m³/h)	150,65	150,65	226,25	226,25
CAUDAL MÁXIMO EN PRETRATAMIENTO (m³/h)	36,72	36,72	59,52	59,52
COEFICIENTE DE PUNTA	3,00	3,00	3,00	3,00
CAUDAL MÁXIMO EN BIOLÓGICO (m³/h)	30,13	30,13	45,25	45,25
COEFICIENTE DE PUNTA	2,46	2,46	2,28	2,28

1.2 Características del agua tratada en el biológico

-D.B.O.5 (mg/l)	25,00	25,00	25,00	25,00
-S.S.T. (mg/l)	35,00	35,00	35,00	35,00
-DQO (mg/l)	125,00	125,00	125,00	125,00
-N-N Total (mg/l) (A 14°C)	15,00	15,00	15,00	15,00
-P-Ptotal (mg/l)	2,00	2,00	2,00	2,00

1.3 Características del fango

-Sequedad fango espesado (% M.S.)	>3	>3	>3	>3
-Porcentaje de solidos remanente (%)	<55	<55	<55	<55

2.- PRETRATAMIENTO.

ACTUAL		FUTURO	
T= 14°C	T= 22°C	T= 14°C	T= 22°C

2.1 Pozo de gruesos y reja de protección del bombeo

Pozo de gruesos

-Tiempo de retención a Q max. (segundos)	180,00	180,00	180,00	180,00
- Carga hidráulica o velocidad ascensional (Cs) a Q _{máx}	75,00	75,00	75,00	75,00
-Volumen necesario de pozo de gruesos (m ³)	7,53	7,53	11,31	11,31
-Superficie necesaria de pozo de gruesos (m ²)	3,14	3,14	4,71	4,71
-Calado necesario de pozo de gruesos (m)	2,40	2,40	2,40	2,40
-Profundidad parte recta (m)	0,85	0,85	0,85	0,85
-Profundidad parte inclinada (m)	1,00	1,00	1,00	1,00
-Anchura superior (m)	3,00	3,00	3,00	3,00
-Longitud superior (m)	3,00	3,00	3,00	3,00
-Anchura inferior (m)	1,00	1,00	1,00	1,00
-Longitud inferior (m)	1,00	1,00	1,00	1,00
-Volumen adoptado (m ³)	11,65	11,65	11,65	11,65
-Velocidad ascensional Q _{max} (m/h)	16,74	16,74	25,14	25,14

El pozo de gruesos irá dotado de una cuchara bivalva de 50 l.

Reja de protección del bombeo

-Tipo de reja	Limpieza manual		Limpieza manual	
-Paso de reja (mm)	50,00	50,00	50,00	50,00
-Posición	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
-Ancho de reja (m)	1,00	1,00	1,00	1,00
-Altura libre de reja (m)	1,00	1,00	1,00	1,00

Tamizado con limpieza automática de los alivios

-Longitud del vertedero	1,50	1,50	1,50	1,50
-Tipo de alivio	Vertedero		Vertedero	
-Ubicación del vertedero	Pozo de gruesos		Pozo de gruesos	
-Caudal máximo en alivio (m ³ /h)	113,93	113,93	166,73	166,73
-Nº de líneas en funcionamiento con limpieza automática	1,00	1,00	1,00	1,00
-Caudal máximo por línea (m ³ /h)	113,93	113,93	166,73	166,73
-Caudal máximo de trabajo (m ³ /h)	226,25			
-Caudal máximo hidráulico adoptado (m ³ /h)	619,00			
-Paso de malla (mm)	3,00	3,00	3,00	3,00
-Espesor lámina (mm)	3,00	3,00	3,00	3,00

El tamizado se instalará en el vertedero de alivio

2.2 Bombeo de agua bruta.

-Caudal máximo a bombear (m³/h)	36,72	36,72	59,52	59,52
-Caudal máximo en biológico (m³/h)	30,13	30,13	45,25	45,25
-Caudal medio en biológico (m³/h)	12,24	12,24	19,84	19,84
-Nº de bombas en servicio	3,00	3,00	4,00	4,00
-Nº de bombas en reserva	1,00	1,00	1,00	1,00
-Caudal unitario necesario (m³/h)	12,24	12,24	14,88	14,88
-Tipo de bomba	Centrifuga horizontal		Centrifuga horizontal	
-Caudal unitario adoptado (m³/h)	15,00	15,00	15,00	15,00
-Caudal máximo bombeado de residuales (m³/h)	36,72	36,72	59,52	59,52
-Altura manométrica adoptada (mca)	4,54	4,54	2,19	2,19
-Diámetro de las impulsiones (m)	0,080	0,080	0,080	0,080
-Superficie (m²)	0,005	0,005	0,005	0,005
-Velocidad en tramo individual (m/s)	0,83	0,83	0,83	0,83

La regulación del bombeo de agua bruta se realiza con variadores de frecuencia y un medidor ultrasónico de nivel

2.3 Desbaste de sólidos

Tamizado con limpieza automática

-Caudal medio en desbaste (m³/h)	12,24	12,24	19,84	19,84
-Caudal máximo en desbaste (m³/h)	36,72	36,72	59,52	59,52
-Nº de líneas totales limpieza automática	2,00	2,00	2,00	2,00
-Nº de líneas en funcionamiento con limpieza automática	1,00	1,00	1,00	1,00
-Caudal máximo por línea (m³/h)	36,72	36,72	59,52	59,52
-Paso de malla (mm)	3,00	3,00	3,00	3,00
-Espesor lámina (mm)	3,00	3,00	3,00	3,00
-Grado de colmatación (%)	30,00	30,00	30,00	30,00
-Ancho del canal (m)	0,34	0,34	0,34	0,34
-Ancho del tamiz (m)	0,24	0,24	0,24	0,24
-Ancho útil de la reja (mm)	118,50	118,50	118,50	118,50
-Calado a Q max. (m)	0,20	0,20	0,20	0,20
-Superficie de paso útil a Q max. (m²)	0,02	0,02	0,02	0,02
-Calado a Q medio (m)	0,10	0,10	0,10	0,10
-Superficie de paso útil a Q medio (m²)	0,01	0,01	0,01	0,01
-Velocidad de paso a Q max. (m/s)	0,61	0,61	1,00	1,00
-Velocidad de paso a Q medio (m/s)	0,41	0,41	0,66	0,66
-Velocidad de aproximación a Q max. (m/s)	0,15	0,15	0,24	0,24
-Velocidad de aproximación a Q medio (m/s)	0,10	0,10	0,16	0,16

2.4 Desarenado-Desengrase

Definición y datos de funcionamiento

-Caudal medio en desarenado (m³/h)	12,24	12,24	19,84	19,84
-Caudal máximo en desarenado (m³/h)	36,72	36,72	59,52	59,52
-Nº de líneas en funcionamiento	1,00	1,00	1,00	1,00
-Tiempo de retención requerido a Q med (min)	20,00	20,00	20,00	20,00
-Tiempo de retención requerido a Q max (min)	6,00	6,00	6,00	6,00
- Volumen mínimo necesario a Qmed (m3)	4,08	4,08	6,61	6,61
- Volumen mínimo necesario a Qmax (m3)	1,22	1,22	1,98	1,98
- Volumen mínimo necesario (m3)	5,00	5,00	7,00	7,00
- Carga hidráulica de trabajo o velocidad ascensional máxima permitida a Qmed (m3/m2/hora)	10,00	10,00	10,00	10,00
- Carga hidráulica de trabajo o velocidad ascensional máxima permitida a Qmax (m3/m2/hora)	20,00	20,00	20,00	20,00
-Superficie de lámina de agua a Qmed (m2)	1,22	1,22	1,98	1,98
-Superficie de lámina de agua a Qmax (m2)	0,09	0,09	0,15	0,15
-Superficie de lámina de agua requerida (m2)	2,00	2,00	2,00	2,00
- Relación longitud/anchura requerida	5,00	5,00	5,00	5,00
-Longitud del tanque a Qmed (m)	2,47	2,47	3,15	3,15
-Longitud del tanque a Qmed (m)	0,68	0,68	0,86	0,86
-Longitud del tanque requerida (m)	2,50	2,50	3,20	3,20
-Longitud del tanque adoptada (m)	4,00	4,00	4,00	4,00
-Ancho total del desarenador (m)	2,00	2,00	2,00	2,00
- Relación longitud/anchura adoptada	2,00	2,00	2,00	2,00
-Superficie real de cada línea (m²)	8,00	8,00	8,00	8,00
-Velocidad ascensional real a Q medio (m/h)	1,53	1,53	2,48	2,48
-Velocidad ascensional real a Q max (m/h)	4,59	4,59	7,44	7,44
- Profundidad (m)	2,00	2,00	2,00	2,00
- Relación anchura/profundidad	1,00	1,00	1,00	1,00
-Sección transversal (m²)	4,00	4,00	4,00	4,00
-Altura trapezoidal (m)	0,62	0,62	0,62	0,62
-Altura recta (m)	1,69	1,69	1,69	1,69
-Velocidad a través de la sección transversal (m/s) a Q medio	0,001	0,001	0,001	0,001
-Volumen unitario desarenador (m³)	16,00	16,00	16,00	16,00
-Tiempo de retención a Q med (min)	78,43	78,43	48,39	48,39
-Tiempo de retención a Q max (min)	26,14	26,14	16,13	16,13

Sistema de aeración

-Tipo de aeración	Soplantes	Soplantes	Soplantes	Soplantes
-Ratio de aeración (m ³ /m ² /h)	8,00	8,00	8,00	8,00
-Necesidades aire por línea (m ³ /h)	64,00	64,00	64,00	64,00
-Necesidades aire por línea (m ³ /min)	1,07	1,07	1,07	1,07
-Nº soplantes en servicio	1,00	1,00	1,00	1,00
-Nº soplantes en reserva	1,00	1,00	1,00	1,00
-Caudal adoptado de la soplante (Sm ³ /h)	65,00	65,00	65,00	65,00
-Caudal por difusor (m ³ /h)	8,00	8,00	8,00	8,00
-Nº de difusores por línea	9,00	9,00	9,00	9,00
-Diámetro de las impulsiones de las soplantes (m)	0,050	0,050	0,050	0,050
-Superficie (m ²)	0,002	0,002	0,002	0,002
-Velocidad en tramo individual (m/s)	9,05	9,05	9,05	9,05

Bombeo de arenas

-Producción agua-arena (l/m ³ agua residual)	30,00	30,00	30,00	30,00
-Producción diaria (m ³ /día)	8,81	8,81	14,28	14,28
-Nº de horas de bombeo de agua-arena	12,00	12,00	12,00	12,00
-Nº de bombas de arena	1,00	1,00	1,00	1,00
-Capacidad necesaria de la bomba de arenas (m ³ /h)	0,73	0,73	1,19	1,19
-Capacidad adoptada de la bomba de arenas (m ³ /h)	1,50	1,50	1,50	1,50

Medida de caudal de agua pretratada

-Tipo de medida	Electromagnetico		Electromagnetico	
-Ubicación	Tuberia		Tuberia	
-Diametro de la conduccion (m)	0,15	0,15	0,15	0,15
-Diametro del medidor (m)	0,15	0,15	0,15	0,15
-Velocidad a caudal maximo (m/h)	0,58	0,58	0,94	0,94

3.- ALIVIO DE CAUDALES Y TANQUE DE TORMENTAS**3.1 Alivio y regulacion de caudales**

ACTUAL		FUTURO	
T= 14°C	T= 22°C	T= 14°C	T= 22°C

Arqueta de alivio

-Caudal máximo a biologico (m ³ /h)	30,13	30,13	45,25	45,25
-Caudal máximo en pretratamiento (m ³ /h)	36,72	36,72	59,52	59,52
-Caudal máximo en alivio con el biologico en marcha (m ³ /h)	6,59	6,59	14,27	14,27
-Caudal máximo en alivio con biologico fuera de servicio (m ³ /h)	36,72	36,72	59,52	59,52
-Tipo de alivio	Vertedero		Vertedero	
-Ubicación del vertedero	Arqueta alivio		Arqueta alivio	
-Longitud del vertedero	0,70	0,70	0,70	0,70
-Lamina de agua s/vertedero con el biologico en marcha (cm)	1,30	1,30	2,17	2,17
-Lamina de agua s/vertedero con biologico fuera de servicio (cm)	4,08	4,08	5,63	5,63

Regulación y medida de caudal de agua a biológico

-Caudal máximo a biológico (m³/h)	30,13	30,13	45,25	45,25
-Tipo de medida	Electromagnetico		Electromagnetico	
-Ubicación	Tuberia		Tuberia	
-Diametro de la conduccion (m)	0,125	0,125	0,125	0,125
-Diametro del medidor (m)	0,125	0,125	0,125	0,125
-Velocidad a caudal maximo (m/h)	0,68	0,68	1,02	1,02
-Tipo de regulación	Valvula guillotina		Valvula guillotina	
-Diametro de la valvula (m)	0,125	0,125	0,125	0,125

3.2 Tanque de tormentas

-Tipo de decantador	Lamelar		Lamelar	
-Velocidad necesaria de superficie util de lamela (m/h)	1,00	1,00	1,00	1,00
-Caudal máximo a aliviar con el biológico en marcha (m³/h)	6,59	6,59	14,27	14,27
-Caudal máximo a aliviar con biológico fuera de servicio (m³/h)	36,72	36,72	59,52	59,52

-Nº de líneas	1,00	1,00	1,00	1,00
-Superficie lamelar necesaria (m2)	36,72	36,72	59,52	59,52
-Longitud del decantador (m)	2,80	2,80	2,80	2,80
-Anchura del decantador (m)	2,15	2,15	2,15	2,15
-Superficie total en planta de decantación (m²)	6,02	6,02	6,02	6,02
-Superficie en planta util de decantación (m²)	5,24	5,24	5,24	5,24

Lamelas

-Tipo de lamelas	Nido abeja		Nido abeja	
-Inclinación de las lamelas (°)	60,00	60,00	60,00	60,00
-Separación de las lamelas (m)	0,08	0,08	0,08	0,08
-Altura de las lamelas (m)	1,30	1,30	1,30	1,30
-Nº de lamelas	34,00	34,00	34,00	34,00
-Superficie lamelar adoptada (m2)	95,03	95,03	95,03	95,03
-Ancho de cada bloque (mm.)	977,00	977,00	977,00	977,00
-Nº de bloques en ancho	2,00	2,00	2,00	2,00
-Ancho total de los bloques (m)	1,95	1,95	1,95	1,95
-Longitud de cada bloque (mm.)	1.340,00	1.340,00	1.340,00	1.340,00
-Nº de bloques en longitud	2,00	2,00	2,00	2,00
-Longitud total de los bloques (m)	2,68	2,68	2,68	2,68

Vertederos de salida

-Nº de vertederos dobles por decantador	2,00	2,00	2,00	2,00
-Longitud total de cada canal vertedero doble (m)	2,15	2,15	2,15	2,15
-Ancho del canal vertedero (m)	0,20	0,20	0,20	0,20
-Alto del canal vertedero (m)	0,15	0,15	0,15	0,15
-Longitud total de vertedero (m)	8,60	8,60	8,60	8,60

Parámetros de funcionamiento**A Q maximo sin biologico**

-Velocidad de Hazen (m/h)	0,84	0,84	1,36	1,36
-Velocidad de decantación aparente sobre planta (m/h)	6,10	6,10	9,89	9,89
-Altura útil del decantador (m)	3,80	3,80	3,80	3,80
-Altura total decantador (m)	4,20	4,20	4,20	4,20
-Volumen total de decantación (m3)	19,90	19,90	19,90	19,90
-Velocidad a través de las lamelas (m/h)	8,10	8,10	13,13	13,13
-Carga sobre vertedero (m³/h)	4,27	4,27	6,92	6,92

A Q alivio con biologico en marcha

-Velocidad de Hazen (m/h)	0,15	0,15	0,33	0,33
-Velocidad de decantación aparente sobre planta (m/h)	1,09	1,09	2,37	2,37
-Altura útil del decantador (m)	3,80	3,80	3,80	3,80
-Altura total decantador (m)	4,20	4,20	4,20	4,20
-Volumen total de decantación (m3)	19,90	19,90	19,90	19,90
-Velocidad a través de las lamelas (m/h)	1,45	1,45	3,15	3,15
-Carga sobre vertedero (m³/h)	0,77	0,77	1,66	1,66

3.3 Bombeo de agua retenida y/o fango

-Volumen del decantador (m³)	19,90	19,90	19,90	19,90
-Nº de bombas en servicio	1,00	1,00	1,00	1,00
-Nº de bombas en reserva	1,00	1,00	1,00	1,00
-Capacidad de la bomba adoptada (m³/h)	5,00	5,00	5,00	5,00
-Tipo de bomba	Sumergible		Sumergible	
-Altura manométrica adoptada (mca)	7,00	7,00	7,00	7,00
-Tiempo previsto de vaciado (h)	3,98	3,98	3,98	3,98
-Porcentaje sobre Q medio de agua bruta (%)	41%	41%	25%	25%
-Diámetro de la impulsión individual (m)	0,065	0,065	0,065	0,065
-Velocidad en impulsión individual (m/s)	0,42	0,42	0,42	0,42

4.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO

ACTUAL		FUTURO	
T= 14°C	T= 22°C	T= 14°C	T= 22°C

4.1 Datos de partida

-Caudal medio diario (m³/día)	293,76	293,76	476,16	476,16
-Caudal medio (m³/h)	12,24	12,24	19,84	19,84
-Caudal máximo (m³/h)	30,13	30,13	45,25	45,25
-DBO5 entrada biológico (kg/día)	64,92	64,92	105,23	105,23
-DBO5 entrada biológico (mg/l)	221,00	221,00	221,00	221,00
-S.S. entrada biológico (mg/l)	276,80	276,80	276,80	276,80
-B (S.S./DBO5)	1,25	1,25	1,25	1,25
-Rendimiento necesario eliminación DBO5 (%)	88,69	88,69	88,69	88,69
-Temperatura teórica de diseño (°C)	14,00	22,00	14,00	22,00
-Número de líneas	2,00	2,00	3,00	3,00
-Altura de agua (m)	3,32	3,32	3,32	3,32

4.2 Dimensiones del reactor biológico

-Nº de líneas	2,00	2,00	3,00	3,00
---------------	------	------	------	------

Dimensiones por línea

-Tipo de reactor	Circular		Circular	
-Altura de agua (m)	3,32	3,32	3,32	3,32
-Diametro del decantador secundario (m)	7,0	7,0	7,0	7,0
-Diametro adoptado del reactor (m) (m)	12,00	12,00	12,00	12,00
-Superficie real adoptada (m²)	67,70	67,70	67,70	67,70
-Ancho del reactor (m)	2,20	2,20	2,20	2,20
-Volumen total por línea (m³)	224,76	224,76	224,76	224,76
-Volumen total en planta (m³)	449,52	449,52	674,28	674,28

4.3 Parámetros de funcionamiento del reactor

-Ft. Factor de temperatura para respiracion endogena	0,93	1,63	0,93	1,63
-Consumo O2 fraccion carbonada OC c,dbO5 (kgO2/kg DBO5)	1,22	1,31	1,22	1,30
-Concentración (kg/m³)	2,50	2,50	2,70	2,70
-Carga másica (kgDBO5/kgMLSSx día)	0,0578	0,0578	0,0578	0,0578
-Carga volúmica (kgDBO5/m³x día)	0,14	0,14	0,16	0,16
-Producción de fangos según A131 (kg M.S./kg DBO5)	1,05	0,99	1,05	0,99
-Producción de fangos en exceso (kgMLSS/día)	60,68	57,28	98,36	92,85
-Masa fangos en cuba (kg)	1.123,79	1.123,79	1.820,55	1.820,55
-Edad del fango (días)	18,52	19,62	18,51	19,61
	18,52	19,62	18,51	19,61
-Tiempo de retención hidráulico a Q medio (h)	36,73	36,73	33,99	33,99
-S.S. Esperados en agua tratada (mg/l)	20,00	20,00	20,00	20,00
-Porcentaje de eliminación de DBO5 según Imhoff	95,90%	95,90%	95,90%	95,90%
-DBO5 soluble agua tratada (mg/l)	10,00	10,00	10,00	10,00
-DBO5 particulada agua tratada (mg/l)	5,00	5,00	5,00	5,00
-DBO5 total del agua tratada (mg/l)	15,00	15,00	15,00	15,00
-Rendimiento eliminación DBO5 (%)	94,58%	94,58%	94,58%	94,58%

4.4 Estudio de la nitrificación y de la desnitrificación

Cálculo del Na y de la edad del fango

-Knt Coeficiente de saturación para nitrificación (mgN-NH3/l)	0,50	1,26	0,50	1,26
-bnt Coeficiente de decrecimiento bacterias nitrificantes	0,03	0,04	0,03	0,04
-unmt Coeficiente de crecimiento bacterias nitrificantes	0,25	0,63	0,25	0,63
-E Edad del fango adoptada (días)	18,52	19,62	18,51	19,61
-fx Fracción de anoxia	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%
-Na NTK amoniacal no nitrificable (mg/l)	0,44	0,31	0,44	0,31

Balance nitrógeno

-NTK agua bruta (mg/l).N1	41,00	41,00	41,00	41,00
-NTK orgánico soluble no biodegradable (2% de N1)(mg/l)	0,82	0,82	0,82	0,82
-NTK orgánico soluble biodegradable no amonizable (2% de N1) (mg/l)	0,82	0,82	0,82	0,82
-NTK en fangos biológicos (5% de la DBO5 de entrada)(mg/l)	11,05	11,05	11,05	11,05
-NTK en S.S. de salida (6% de lo S.S.)(mg/l)	1,20	1,20	1,20	1,20
-NTK amoniacal que no se nitrifica (mg/l)	0,44	0,31	0,44	0,31
-N-NTK a oxidar (mg/l)	26,67	26,80	26,67	26,80
-N-NTK en efluente (mg/l)	3,28	3,15	3,28	3,15

Cálculo de la desnitrificación

-Nitrogeno desnitrificado a 12°C (mgN/mg DBO5)	0,079	0,084	0,079	0,084
-Nitrogeno desnitrificado a T° C de calculo (mgN/mg DBO5)	0,080	0,093	0,080	0,093
-Nitrogeno desnitrificado teorico a T°Cc de calculo (mgN/l)	17,76	20,51	17,75	20,51
-Nitrogeno desnitrificado real a T° C de calculo (mgN/l)	16,40	16,50	16,40	16,50
-Coeficiente de seguridad en desnitrificacion	1,08	1,24	1,08	1,24
-N-NO3 real de salida (mg/l)	10,3	10,3	10,3	10,3

-N-Ntotal en el efluente (mg/l)	13,6	13,5	13,6	13,5
---------------------------------	------	------	------	------

4.5 Recirculación de fangos**Recirculación externa**

-Índice de Mohlman IM	150,00	150,00	150,00	150,00
-Porcentaje necesario s/Q medio (%)	60,00	60,00	68,07	68,07
-Porcentaje necesario s/Q medio recomendado (%)	150,00	150,00	150,00	150,00
-Caudal total de recirculación necesario (m³/h)	18,36	18,36	29,76	29,76
-Número de bombas en servicio	2,00	2,00	3,00	3,00
-Número de bombas en reserva	1,00	1,00	1,00	1,00
-Caudal unitario necesario (m³/h)	9,18	9,18	9,92	9,92
-Caudal adoptado unitario (m³/h)	11,00	11,00	11,00	11,00
-Porcentaje adoptado s/Q medio (%)	179,74%	179,74%	166,33%	166,33%
-Altura manométrica (m.c.a.)	3,00	3,00	3,00	3,00
-Diámetro de la impulsión individual (m)	0,080	0,080	0,080	0,080
-Velocidad en impulsión individual (m/s)	0,61	0,61	0,61	0,61

Recirculación interna

-Recirculación por desnitrificación con el mínimo N-NO3 (%)	160%	160%	160%	160%
-Deducción recirculación externa (%)	-180%	-180%	-166%	-166%
-Recirculación interna necesaria (%)	0,00	0,00	0,00	0,00
-Nº de aceleradores de corriente por línea	1,00	1,00	1,00	1,00
-Potencia instalada unitaria (kW)	0,90	0,90	0,90	0,90

4.6 Cálculo de la oxigenación con soplantes y difusores

-DBO5 entrada biológico (kg/día)	64,92	64,92	105,23	105,23
-Consumo O2 fraccion carbonada OC c,dbO5 (kgO2/kg DBO5)	1,22	1,31	1,22	1,30
-Consumo O2 fraccion carbonada OC d,C (kgO2/día)	79,09	84,73	128,19	137,33
-Consumo de O2 por nitrificación (kg O2/kg N-NH3)	4,65	4,65	4,65	4,65
-Necesidades de nitrificación OC d,N (kg O2/día)	36,43	36,61	59,05	59,34
-Aporte de O2 por desnitrificación (kg O2/kg N-NO3)	2,86	2,86	2,86	2,86
-N-NO3 desnitrificado (mg/l)	16,40	16,50	16,40	16,50
-Aporte de oxígeno por desnitrificación OC d,D (kg O2 /día)	13,78	13,86	22,33	22,47
-Necesidades medias teóricas (kg O2/día)	101,74	107,47	164,90	174,19
-Necesidades medias teóricas (kg O2/hora)	4,24	4,48	6,87	7,26
-Coeficiente punta de contaminacion	1,70	1,70	1,70	1,70
-Coeficiente de necesidades máximas para el ciclo de nitrogeno	1,70	1,70	1,70	1,70
-Coeficiente de necesidades máximas para la materia carbonada	1,70	1,70	1,70	1,70
-Necesidades máx aplicando la punta al carbono (kg O2/h)	6,14	6,54	9,96	10,61
-Necesidades máx aplicando la punta al nitrógeno (kg O2/h)	5,30	5,55	8,59	8,99
-Necesidades máx teóricas adoptadas (kg O2/h)	6,14	6,54	9,96	10,61
-Coeficiente alfa	0,60	0,60	0,60	0,60
-Coeficiente beta	0,95	0,95	0,95	0,95
-Tp	0,57	0,57	0,57	0,57
-Temperatura de cálculo de la aeración (°c)	14,00	22,00	14,00	22,00
-Tt	1,08	1,27	1,08	1,27
-Cs (Tª)	10,40	8,80	10,40	8,80
-Concentración máxima de O2 en licor mezcla (mg/l)	2,00	2,00	2,00	2,00
-Td	0,75	0,60	0,75	0,60
-Altitud (m)	974,00	974,00	974,00	974,00
- Ta (Factor corrección altitud)	0,89	0,89	0,89	0,89
-Coeficiente global $T = T_p \times T_t \times T_d \times T_a$	0,41	0,39	0,41	0,39
-Necesidades medias reales (kg O2/h)	10,35	11,53	16,78	18,69
-Necesidades máximas reales (kg O2/h)	15,01	16,85	24,32	27,32

Como la fracción de anoxia es del 25%, y las condiciones anoxicas se tienen que conseguir con la parada de las soplantes,

se debe comprobar que todo el oxígeno a suministrar se hace durante el tiempo de funcionamiento de las soplantes

-Necesidades medias reales diarias (kg O2/día)	248,49	276,74	402,75	448,55
-Nº de horas teoricas de funcionamiento al dia de las soplantes	18,00	18,00	18,00	18,00
-Necesidades medias reales horarias (kg O2/h)	13,80	15,37	22,38	24,92

Se comprueba que las necesidades maximas son superiores a las medias en 18 horas

Distribución de aire para necesidades máximas

-Tipo de difusor	EPDM 9"	EPDM 9"	EPDM 9"	EPDM 9"
-Caudal por difusor (Sm ³ /h)	4,16	4,67	4,50	5,05
-Submergencia del difusor (m)	3,12	3,12	3,12	3,12
-Transferencia de O ₂ (%)	23,00	23,00	23,00	23,00
-Contenido de oxígeno en aire estándar (kg/m ³)	0,28	0,28	0,28	0,28
-Nº de zonas de difusores en zona aeración	1,00	1,00	1,00	1,00

Parrillas

-Ancho de la zona (m)	2,20	2,20	2,20	2,20
-Longitud de la zona (m)	2,50	2,50	2,50	2,50
-Nº parrillas tipo por línea	1,00	1,00	1,00	1,00
-Nº de filas por parrilla	7,00	7,00	7,00	7,00
-Nº de difusores adoptados por fila	4,00	4,00	4,00	4,00
-Nº de difusores adoptados por parrilla	28,00	28,00	28,00	28,00
-Separación entre ejes de difusores en una fila (m)	0,44	0,55	0,44	0,55
-Separación entre ejes de fila (m)	0,36	0,36	0,36	0,36
-Caudal total de aire en parrilla (Sm ³ /h)	116,51	130,84	125,89	141,39
-Diámetro de la bajante (m)	0,065	0,065	0,065	0,065
-Velocidad del aire (m/s)	9,75	10,95	10,54	11,84
-Nº de difusores adoptados por línea	28,00	28,00	28,00	28,00
-Nº de difusores adoptados en planta	56,00	56,00	84,00	84,00
-Caudal total de aire en planta (Sm ³ /h)	233,01	261,69	377,67	424,16

Distribución de aire para necesidades medias

-Caudal por difusor (Sm ³ /h)	3,67	4,09	3,96	4,41
-Transferencia de O ₂ (%)	24,00	24,00	24,00	24,00
-Contenido de oxígeno en aire estándar(kg/m ³)	0,28	0,28	0,28	0,28
-Nº de difusores adoptados en planta	56,00	56,00	84,00	84,00
-Caudal total de aire en planta (Sm ³ /h)	205,43	228,78	332,96	370,83

Capacidad de los equipos de producción de aire

-Caudal de aire necesario medio (Sm ³ /h)	205,43	228,78	332,96	370,83
-Caudal de aire necesario máximo (Sm ³ /h)	233,01	261,69	377,67	424,16
-Nº de soplantes en servicio	2,00	2,00	3,00	3,00
-Nº de soplantes en reserva	1,00	1,00	1,00	1,00
-Caudal unitario máximo necesario de la soplante (Sm ³ /h)	116,51	130,84	125,89	141,39
-Caudal unitario máximo adoptado de la soplante (Sm ³ /h)	150,00	150,00	150,00	150,00
-Contrapresión necesaria (m.c.a.)	3,92	3,92	3,92	3,92
-Potencia absorbida de la soplante a Q máximo (kw)	2,90	2,90	2,90	2,90
-Potencia absorbida de la soplante a Q medio (kw)	2,25	2,53	2,43	2,73
-Potencia instalada de la soplante (kw)	4,00	4,00	4,00	4,00

Conducciones de aire

-Diámetro de la impulsión individual (m)	0,065	0,065	0,065	0,065
-Superficie de la conducción (m ²)	0,00	0,00	0,00	0,00
-Velocidad a caudal máximo (m/s)	9,75	10,95	10,54	11,84

4.7 Eliminación de fósforo

-Fósforo eliminado por vía biológica (mg/l)	3,00	3,00	3,00	3,00
-Porcentaje sobre la DBO5 eliminada (%)	1,46%	1,46%	1,46%	1,46%

Balance de fósforo

-Fósforo en el agua de entrada al biológico (mg/l)	7,00	7,00	7,00	7,00
-Fósforo en el agua tratada (mg/l)	2,00	2,00	2,00	2,00
-Concentración de fósforo eliminado por vía biológica (mg/l)	3,00	3,00	3,00	3,00
-Fósforo a eliminar por vía química (mg/l)	2,00	2,00	2,00	2,00

Instalación de cloruro férrico

-Dosis de Fe (KgFe/KgP)	3,00	3,00	3,00	3,00
-Fósforo a eliminar teórico (Kg/día)	0,59	0,59	0,95	0,95
-Cantidad de Fe necesario (Kg/día)	1,76	1,76	2,86	2,86
-Cantidad de Cl3Fe necesario (Kg/día)	5,11	5,11	8,29	8,29
-Producción de fangos por eliminación de fósforo (kg/día)	5,11	5,11	8,29	8,29
-Consumo medio diario de cloruro férrico comercial (kg/día)	11,37	11,37	18,42	18,42
-Densidad del producto comercial (kg/l)	1,40	1,40	1,40	1,40
-Concentración del producto comercial (%)	45%	45%	45%	45%
-Volumen diario (m³/día)	0,01	0,01	0,01	0,01
-Periodo de almacenamiento necesario (días)	15,00	15,00	15,00	15,00
-Volumen necesario (m³)	0,12	0,12	0,20	0,20
-Nº de depósitos	1,00	1,00	1,00	1,00
-Volumen unitario adoptado (m³)	1,00	1,00	1,00	1,00
-Periodo de almacenamiento real (días)	123,17	123,17	75,99	75,99
-Nº de bombas dosificadoras en servicio	2,00	2,00	2,00	2,00
-Nº de bombas dosificadoras en reserva	1,00	1,00	1,00	1,00
-Caudal unitario (l/h)	4,06	4,06	6,58	6,58

4.8 Calidad del agua tratada en el biológico

-D.B.O.5 (mg/l)	15,0	15,0	15,0	15,0
-S.S.T. (mg/l)	20,00	20,00	20,00	20,00
-N-NH4 (mg/l)	0,44	0,31	0,44	0,31
-N-NTK (mg/l)	3,3	3,2	3,3	3,2
-N-NO3 (mg/l)	10,3	10,3	10,3	10,3
-N-NTotal(N-NTK+N-NO3) (mg/l)	13,6	13,5	13,6	13,5
-P-Ptotal (mg/l)	2,0	2,0	2,0	2,0

5.- DECANTACIÓN SECUNDARIA

ACTUAL		FUTURO	
T= 14°C	T= 22°C	T= 14°C	T= 22°C

5.1 Definición de decantadores

-Nº de líneas	2,00	2,00	3,00	3,00
-Caudal medio horario (m³/h)	12,24	12,24	19,84	19,84
-Caudal máximo (m³/h)	30,13	30,13	45,25	45,25
-Caudal medio por decantador (m³/h)	6,12	6,12	6,61	6,61
-Caudal máximo por decantador (m³/h)	15,07	15,07	15,08	15,08
-Diámetro adoptado (m)	7,00	7,00	7,00	7,00
-Superficie adoptada unitaria (m²)	38,47	38,47	38,47	38,47
-Calado en el borde del vertedero (m)	3,11	3,11	3,11	3,11
-Volumen del decantador (m³)	119,63	119,63	119,63	119,63
-Longitud del vertedero (m)	21,99	21,99	21,99	21,99

5.2 Parámetros de funcionamiento

-Velocidad ascen. a Q med. (m/h)	0,16	0,16	0,17	0,17
-Velocidad real a Q máx. (m/h)	0,39	0,39	0,39	0,39

-Tiempo de retención a Qmedio (h)	19,55	19,55	18,09	18,09
-Tiempo de retención a Qmáximo (h)	7,94	7,94	7,93	7,93

-Carga de vertedero a Q medio (m³/mlxh)	0,28	0,28	0,30	0,30
-Carga de vertedero a Q max. (m³/mlxh)	0,69	0,69	0,69	0,69
-Caudal de recirculación por decantador (m³/h)	11,00	11,00	11,00	11,00
-Diámetro de la conducción de purga (m)	0,125	0,125	0,125	0,125
-Velocidad del fango en la conducción (m/s)	0,25	0,25	0,25	0,25
-Diámetro de la conducción de alimentación (m)	0,20	0,20	0,20	0,20
-Velocidad máxima en la conducción (m/s)	0,23	0,23	0,23	0,23
-Velocidad media en la conducción (m/s)	0,15	0,15	0,16	0,16

5.2 Justificación profundidad decantadores según ATV A-131

Calculo a Q punta

- Carga superficial hidráulica máxima (qA) (m³/m²/h)	0,39	0,39	0,39	0,39
- MLSS en reactor (DSat) (kg/m³)	2,50	2,50	2,70	2,70
- Concentración recirculación (DSrs) (kg/m³)	3,89	3,89	4,32	4,32
- Índice volumétrico medio de fango (SVI) (ml/gr)	150	150	150	150
- Relación recirculación (RV) = DSat/(DSrs - DSat)	1,80	1,80	1,66	1,66
- Volumen comparativo fango (CSV) = DSat x SVI/qa (ml/l)	375,00	375,00	405,00	405,00
- Carga superficial de fangos (qsv) = DSat x SVI x qa (l/m²/h)	146,87	146,87	158,81	158,81
- Sistema retirada fango	Rasquetas		Rasquetas	
- Coeficiente extracción (Cn)	0,80	0,80	0,80	0,80
- Concentr. fango fondo decantador (DStf) = Dsrs/Cn (kg/m³)	4,86	4,86	5,40	5,40
- Tiempo de espesamiento (Tt) = (DStf x SVI/1000)³ (h)	0,39	0,39	0,53	0,53
- Valor empírico concentración (C) = 300 x Tt + 500 (l/m³)	616,49	616,49	659,79	659,79

-Altura de la zona de clarificación h1 (m)	0,50	0,50	0,50	0,50
- Altura de la zona de separación h2 (m)	0,88	0,88	0,88	0,88
-Altura de la zona de almacenamiento h3(m)	0,47	0,47	0,50	0,50
-Altura de la zona de espesamiento h4 (m)	0,26	0,26	0,34	0,34
- Altura mínima a 2/3 del radio (según cálculo)	2,11	2,11	2,22	2,22
- Altura adoptada de la parte cilíndrica	3,11	3,11	3,11	3,11
-Pendiente de fondo (%)	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
-Diámetro zona tova central (m)	2,00	2,00	2,00	2,00
- Altura resultante a 2/3 del radio	3,19	3,19	3,19	3,19

6.- DEPOSITO DE AGUA TRATADA

	ACTUAL		FUTURO	
	T= 14°C	T= 22°C	T= 14°C	T= 22°C
-Volumen necesario del depósito (m³)	20,00		20,00	
-Longitud del depósito (m)	2,50		2,50	
-Ancho del depósito (m)	2,50		2,50	
-Altura de agua (m)	3,20		3,20	
-Volumen adoptado del depósito (m³)	20,00		20,00	
-Tiempo medio de retención a caudal medio (h)	1,63		1,01	
-Salida del deposito	Por vertedero		Por vertedero	
-Longitud del vertedero (m)	2,50		2,50	

7.- PRODUCCIÓN DE FANGOS EN EXCESO Y BOMBEO

	ACTUAL		FUTURO	
	T= 14°C	T= 22°C	T= 14°C	T= 22°C
-DBO5 entrada al biológico (kg/día)	64,92	64,92	105,23	105,23
-Carga másica (kgDBO5/kgMLSS x día)	0,058	0,058	0,058	0,058
-Producción de fangos en exceso teórica de cálculo (kg/día)	60,68	57,28	98,36	92,85
-Producción de fangos por eliminación de Fósforo (kg/día)	5,11	5,11	8,29	8,29
-Producción de fangos total (kg/día)	65,79	62,40	106,65	101,14
-Concentración fango (g/l)	8,00	8,00	8,00	8,00
-Volumen diario (m³/día)	8,22	7,80	13,33	12,64
-Número de bombas en servicio	1,00	1,00	1,00	1,00
-Número de bombas en reserva	1,00	1,00	1,00	1,00
-Caudal bomba adoptado (m³/h)	5,00	5,00	5,00	5,00
-Horas purga	1,64	1,56	2,67	2,53
-Diámetro de la conducción individual (m)	0,08	0,08	0,08	0,08
-Superficie de la conducción (m²)	0,01	0,01	0,01	0,01
-Velocidad en tramo individual (m/s)	0,28	0,28	0,28	0,28

8.- ESPESAMIENTO DE FANGOS BIOLÓGICOS

	ACTUAL		FUTURO	
	T= 14°C	T= 22°C	T= 14°C	T= 22°C
-Fangos en exceso a espesamiento (kg/día)	65,79	62,40	106,65	101,14
-Caudal diario de fangos (m³/día)	8,22	7,80	13,33	12,64
-Nº de espesadores	1,00	1,00	1,00	1,00
-Concentración media entrada (kg/m³)	8,00	8,00	8,00	8,00
-Concentración media para tiempo de retención (kg/m³)	19,00	19,00	19,00	19,00
-Nº de depósitos	1,00	1,00	1,00	1,00
-Altura en borde (m)	3,60	3,60	3,60	3,60
-Diámetro adoptado (m)	4,00	4,00	4,00	4,00
-Superficie unitaria adoptada (m²)	12,57	12,57	12,57	12,57
-Altura de la parte inclinada (m)	0,40	0,40	0,40	0,40
-Volumen del cono inferior (m³)	1,68	1,68	1,68	1,68
-Volumen adoptado (m³)	46,91	46,91	46,91	46,91
-Tiempo de retención del fango (días)	13,55	14,29	8,36	8,81
-Tiempo de retención hidráulico (días)	5,70	6,02	3,52	3,71
-Carga real de trabajo (kg/m²xdía)	5,24	4,97	8,49	8,05
-Concentración fango espesado (kg/m³)	30,00	30,00	30,00	30,00
-Volumen diario fangos espesados (m³/día)	0,27	0,26	0,44	0,42
-Volumen de sobrenadante (m³/día)	5,85	5,86	6,17	6,19

9.- DESODORIZACION POR CARBON ACTIVO

ACTUAL		FUTURO	
T= 14°C	T= 22°C	T= 14°C	T= 22°C

Zona pretratamiento

-Area de la zona (m²)	160,00	160,00
-Altura libre (m)	4,00	4,00
-Volumen total (m³)	640,00	640,00
-Volumen a deducir (m³)	35,05	35,05
-Volumen total a desodorizar (m³)	604,95	604,95
-Nº de renovaciones a la hora	10,00	10,00
-Caudal necesario en zona pretratamiento (m³/h)	6.049,50	6.049,50

Zona Espesador

-Area de la zona (m²)	12,57	12,57
-Altura libre (m)	2,00	2,00
-Volumen total a desodorizar (m³)	25,13	25,13
-Nº de renovaciones a la hora	10,00	10,00
-Caudal necesario en zona espesamiento (m³/h)	251,33	251,33
-Nº de ventiladores	1,00	1,00
-Caudal necesario del ventilador (m³/h)	6.300,83	6.300,83
-Caudal adoptado del ventilador (m³/h)	6.500,00	6.500,00

CÁLCULOS HIDRÁULICOS	
1. INTRODUCCIÓN	2
2. FUNDAMENTOS DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	3
2.1 MOVIMIENTO DEL AGUA EN TUBERÍAS.....	3
2.2 PARÁMETROS HIDRÁULICOS	5
3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES	10
3.1 INTRODUCCIÓN	10
3.2 DISEÑO BÁSICO DE LA RED DE SANEAMIENTO	10
3.3 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL COLECTOR	14
3.4 PENDIENTES MÍNIMAS, MEDIAS Y MÁXIMAS.....	15
3.5 PORCENTAJE DE LLENADO MÁXIMO DEL CONDUCTO.....	15
3.6 METODOLOGÍA DE CÁLCULO	16
3.7 CÁLCULO DEL COLECTOR DE AGUA BRUTA.....	20
4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA E.D.A.R.....	23
4.1 INTRODUCCIÓN	23
4.2 TUBERÍAS DE PROCESO	23
4.3 DESCRIPCIÓN DE UNIDADES ESTUDIADAS	23
4.4 METODOLOGÍA	24
4.5 CONCLUSIONES	32
4.6 CÁLCULO DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA E.D.A.R.....	32

1. INTRODUCCIÓN

Para la determinación de los cálculos hidráulicos, se han tenido en cuenta como punto de partida los caudales especificados en el Anejo nº1: Datos básicos. Estos cálculos se llevan a cabo de forma automática a partir de los caudales de diseño y de los datos geométricos de las conducciones utilizando la formulación y parámetros expuestos en el presente Anejo.

En los apartados siguientes se recoge la metodología a aplicar en los cálculos y los resultados de los mismos.

2. FUNDAMENTOS DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS

2.1 MOVIMIENTO DEL AGUA EN TUBERÍAS

Las tuberías como elementos de transporte de agua, son conducciones artificiales en las que el agua puede circular sin presión o con presión, es decir el agua puede estar en continuo contacto con la atmósfera o no.

Cuando el agua circula sin presión nos encontraremos con conducciones rodadas o por gravedad y se consideran **canales cerrados**.

Cuando el agua circula a presión, el agua llena por completo el elemento conductor dentro del que circula, ejerciendo cierta presión sobre las paredes de dicho elemento y nos encontramos con el caso de **tuberías a presión**.

En general, cuando se hable de canales, siempre se referirá a circulaciones del agua en lámina libre y cuando se hable de tuberías, siempre se referirá a circulaciones del agua en contorno cerrado o a presión, aun cuando el elemento conductor no sea precisamente un tubo, como en los casos de galerías o túneles a presión de forma de herradura, rectangular o cualquiera.

El estudio hidráulico de estas conducciones se caracteriza porque el movimiento del agua se realiza a presión; ya sea por su propio peso, sin realizar ningún gasto energético y aprovechando la fuerza de la gravedad; ya sea aplicándole una energía externa como puede ser la que aplican las bombas en una impulsión y en este caso el agua no circula por su propio peso.

El agua, al igual que en los canales, al circular por el interior de estas conducciones artificiales tiene un rozamiento con las paredes de las mismas que:

- Provoca la erosión de las paredes.
- Tiende a frenar el movimiento del agua.
- Transporta partículas sólidas, debido a la energía cinética que se genera por el movimiento.

No obstante en la circulación de aguas en tubería aparece una nueva fuerza debida a la presión que el agua ejerce sobre las paredes.

Todos estos elementos que provocan que se produzca un desplazamiento del agua en las tuberías, son las mismas fuerzas que aparecen en la mecánica clásica, que coinciden sensiblemente con las de los canales estudiadas en el capítulo anterior:

- Rozamiento del agua con las paredes: **Fuerza de rozamiento**
- Peso del agua (el agua circula por su propio peso): **Fuerza de la gravedad**
- Aplicando fuerza externa (el agua circula contra su propio peso): **Fuerza de un motor**
- Transporte de partículas en el agua: **Fuerza tractiz**
- Erosión de la tubería: **Fuerza erosiva**

Por tanto para el estudio hidráulico de las tuberías, al igual que en los canales se aplicarán las ecuaciones de la mecánica clásica, distinguiendo entre los distintos tipo de movimiento de agua, según las condiciones de la misma en cada sección:

- Permanente o estacionario.
- Permanente uniforme.
- Permanente variado.
- Variable.

El estudio hidráulico del régimen variable al igual que en canales es bastante complejo, por lo que para el estudio de la E.D.A.R. nos centraremos en el régimen permanente, tanto en su estado uniforme como variado.

Las características que influyen en el estudio y diseño de una tubería son similares a las de un canal, por lo que en la mención de las mismas se marcarán en negrita y mayúscula aquellas que son específicas del movimiento en tuberías:

- Geométricas.
 - Forma de la sección transversal. La forma por antonomasia es circular aunque puede haber otro tipo de secciones (ovoide, rectangular, etc.).
 - Pendiente longitudinal de la tubería, PUEDE TENER CUALQUIER VALOR, PUEDEN SER VERTICALES, ESTAR A CONTRAPENDIENTE,...
- Constructivas.
 - Clase y calidad del material de las paredes. Determinan el coeficiente de rugosidad.
 - Presencia de singularidades (curvas, estrechamientos, ensanchamientos,,). Determinan los coeficientes de pérdida de carga.
- Hidráulicas
 - PRESIÓN, velocidad, caudal, pérdida de carga unitaria, radio hidráulico, sección mojada.

2.1.1. MATERIALES EMPLEADOS PARA TUBERÍAS

La elección de materiales para las tuberías es muy importante, ya que dependiendo del tipo de material a utilizar los coeficientes empíricos a aplicara para calcular las pérdidas de carga variarán bastante.

Los principales materiales que se utilizan para la construcción de tuberías son:

- Hormigón
 - Hormigón en masa
 - Hormigón armado
 - Hormigón armado con camisa de chapa
- Fibrocemento (Polémica por el carácter cancerígeno del amianto, su uso está prohibido en España desde 2001)
- Polietileno
- PVC (Policloruro de vinilo)
- PRFV (Poliéster reforzado con fibra de vidrio)
 - Centrifugado
 - Filamento continuo
- Acero
- Fundición
- Cerámicos

2.1.2. TIPOS DE CANALES

➤ **Tipos de canales según el material**

- **Canales de tierra**, sólo en canales abiertos. Tienen un bajo coste de construcción, pero un elevado coste de explotación y grandes pérdidas de agua.
- **Hormigón en masa y hormigón prefabricado** tanto in situ como prefabricado, válido para canales abiertos.
- **Materiales asfálticos**, para canales abiertos.
- **Membranas plásticas**, como PVC, para canales abiertos.
- **Tuberías de hormigón en masa, hormigón armado PVC, polietileno, fibrocemento, acero, Poliéster reforzado con fibra de vidrio**, para canales cerrados.

➤ **Tipo de canales según la sección**

- **Semicirculares, rectangulares, trapezoidales y parabólicas**. Las secciones semicirculares y parabólicas se suelen utilizar en canales abiertos de hormigón en masa o armado prefabricado, mientras que las rectangulares y trapezoidales en canales abiertos de cualquier tipo de material.
- **Circulares, ovoides y herradura**. Se utilizan en canales cerrados, aunque el uso de las rectangulares no está muy extendido.
- **Rectangulares**. Se utilizan tanto en canales abiertos como cerrados.

2.2 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

La densidad representa la mayor o menor concentración de materia. El peso específico representa el mayor o menor peso de los cuerpos de diferentes sustancias, a pesar de tener iguales volúmenes.

Densidad de un cuerpo = Masa del cuerpo / Volumen del cuerpo;

$$\rho = m / Vol$$

Peso específico = Peso del cuerpo / volumen del cuerpo;

$$\gamma = P / Vol$$

Para los cálculos que se realizan se toma como densidad del agua la máxima que corresponde a la temperatura de 4 °C y tiene un valor de:

$$\rho = 1.000 \text{ kg masa} / \text{m}^3 \text{ (Sistema Internacional)}$$

$$\rho = 101,94 \text{ UTM} / \text{m}^3 \sim 100 \text{ UTM} / \text{m}^3 \text{ (Sistema Técnico)}$$

Siendo el valor que se toma del peso específico del agua:

$$\gamma = 9.810 \text{ Nw} / \text{m}^3 \sim 10.000 \text{ Nw} / \text{m}^3 \text{ (Sistema Internacional)}$$

$$\gamma = 1.000 \text{ kg fuerza} / \text{m}^3 = 1.000 \text{ kp} / \text{m}^3 \text{ (Sistema Técnico)}$$

Consideraciones A Tener En Cuenta En Los Problemas Hidráulicos

La mayoría de las fórmulas hidráulicas se han obtenido primeramente aplicando el punto de vista físico-matemático, pero posteriormente se experimenta con las mismas y se obtienen unos coeficientes que le sirven para aplicar en la mayoría de los casos que nos encontramos, por lo que para aplicar cualquier fórmula hidráulica es conveniente tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Comparar si las condiciones generales y particulares, son análogas a las que sirvieron de base experimental para deducir la fórmula.
- Elegir el coeficiente empírico a utilizar adecuado.
- Entrar en los ábacos para la resolución del problema hidráulico.
- Esta entrada en los ábacos estará condicionada por el coeficiente elegido, que puede ser el que nos marque un error bastante importante.

Coeficientes experimentales

La mayoría de los coeficientes experimentales utilizados en ingeniería hidráulica representan el rozamiento que el agua tiene con los distintos elementos utilizados al circular por los mismos, por lo que depende de la rugosidad del material a emplear y por tanto nos dan los valores de la pérdida de carga que se producen a lo largo del recorrido del agua.

Debemos de tener en cuenta que estos coeficientes no son reductores, ni de seguridad, sino experimentales que se han obtenido mediante el trabajo de laboratorio o campo llevado a cabo en innumerables ocasiones.

Entre los principales coeficientes tenemos:

- **Coeficiente de fricción Darcy-Weisbach (f).** Coeficiente que se aplica a tuberías en presión.
- **Coeficiente de rugosidad de Manning (n).** Coeficiente que se aplica normalmente a cauces abiertos y a conductos parcialmente llenos.
- **Coeficiente de rugosidad de Bazin (y).** Se utiliza en los mismos casos que en los que se utiliza el Coeficiente de Manning.
- **Coeficiente de rugosidad de Chezy (C).** Se utilizar en los mismos casos que los dos anteriores.

Otros coeficientes experimentales que no dependen del rozamiento del agua con las paredes de la conducción pero que son importantes para el cálculo hidráulico por generar pérdidas importantes en la carga del agua, ya que en estos casos nos encontramos como conducciones tuberías en presión:

- **Coeficiente de contracción (c).** Coeficiente que se utiliza cuando se produce un estrechamiento en la sección de paso del agua.
- **Coeficiente de Weisbach (k).** Coeficiente que nos da las pérdidas que se producen en una tubería en presión por apertura o cierre de válvulas, compuertas.
- **Coeficiente de pérdidas en bifurcaciones (k).** Depende del ángulo con el que se produzca la bifurcación.
- **Coeficiente de Saint-Venant para pérdidas en codos y curvas (k).** Depende del ángulo que formen las dos alineaciones de la tubería.
- **Coeficiente para cambio de sección.** Se emplea en ensanches y estrechamientos de tuberías.
- **Coeficiente de pérdida de carga en el desagüe.**

2.2.1. FÓRMULAS EMPÍRICAS DEL MOVIMIENTO UNIFORME EN CANALES

La mayoría de los problemas que se plantean en hidráulica se resuelven mediante la aplicación de coeficientes experimentales, que resumen los cálculos y facilitan la labor al calculista.

Los coeficientes experimentales utilizados son adimensionales y tienen como objetivo relacionar las características geométricas, constructivas e hidráulicas de los canales, mediante la obtención de ecuaciones que permitan conocer numéricamente los distintos valores (pendiente, velocidad, caudal, radio hidráulico, sección mojada, perímetro mojado).

La fórmula fundamental para canales viene dada por la expresión:

$$V = C * (R_h * i)^{1/2}$$
$$Q = S * C * (R_h * i)^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad media del agua, en m/s

R_h = radio hidráulico, en metros R_h= S/P

i = pendiente del canal, en unidades

S= sección mojada del canal

P= perímetro mojado

➤ **Fórmula de Bazin para obtener el valor de C**

Data de 1897. En Europa es de uso común. El valor de C es:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\alpha}{R_h^{1/2}}}$$

en la que:

R_h = radio hidráulico, en metros

α = coeficiente de rugosidad, cuyos valores son:

Madera muy bien cepillada. Vidrio	0,06
Fundición nueva. Acero soldado nuevo	0,14
Hormigón ejecutado con muy buen moldaje metálico	0,16
Hormigón corriente ejecutado con moldes de madera	0,19
Albañilería de muy buena calidad. Hormigón malo	0,30
Albañilería de bolones, bastante irregular	0,45
Paredes de albañilería con fondo sin revestir	0,85
Canales de tierra ordinarios, no malos	1,30
Canales con lechos móviles, con vegetación, en mal estado; canales en roca	1,70
Conductos muy irregulares. Cauces naturales	2,0 a 4,0

➤ **Fórmula de Ganguillet y Kutter para obtener el valor de C**

Tiene su origen en 1869. Los norteamericanos la usan mucho y tiene a su favor numerosas experiencias comprobatorias. Pero se le pueden hacer críticas lógicas, y su uso es molesto y complicado. El valor dado para C es:

$$C = \frac{23 + (0,00155 / i) + 1 / n}{1 + (23 + 0,00155 / i) * n / (Rh)^{1/2}}$$

en la que:

Rh = radio hidráulico, en metros

i = pendiente del canal, en unidades

n = coeficiente de rugosidad que depende de la clase de material de las paredes, según la siguiente tabla:

Canales pequeños de madera muy bien cepillada, o canales de laboratorio revestidos de vidrio o bronce 0,009
Canales de madera cepillada 0,010 a 0,012
Fundición nueva; hormigón enlucido muy liso 0,011
Hormigón ejecutado con moldes metálicos buenos 0,013
Hormigón corriente ejecutado con moldes de madera; canales de madera con cubrejuntas; canales con revestimiento de gunita 0,014
Albañilería de buena calidad (piedra y ladrillo) 0,015
Albañilería de piedra y ladrillo, según calidad 0,015 a 0,020
Canales de tierra, según su calidad 0,020 a 0,032
Canales de roca, según su calidad 0,030 a 0,045
Cauces naturales: ríos, torrentes, etc 0,040 a 0,080
Cauces naturales durante las crecidas 0,060 a 0,100
Inundaciones en planicies, con obstáculos 0,100 a 0,175

➤ **Fórmula de Manning**

Data de 1890. Es atribuida también a Gaukler y Strickler. Se usa mucho en los países hispanoamericanos. En ella, el coeficiente C está enmascarado, y en la práctica es mejor olvidarse de él y operar directamente con la fórmula:

$$V = Rh^{2/3} * i^{1/2} / n$$

$$Q = S * Rh^{2/3} * i^{1/2} / n$$

n = coeficiente de rugosidad que depende de la clase de material de las paredes, según la siguiente tabla:

TIPO DE CANAL	Valor mínimo	Valor normal	Valor máximo	TIPO DE CANAL	Valor mínimo	Valor normal	Valor máximo
Canales abiertos en metal	0,012	0,013	0,017	Ríos de meseta con curvas, piedras y vegetación	0,033	0,040	0,045
Canales abiertos en cemento	0,010	0,011	0,013	Igual al anterior con ollas y maleza	0,045	0,070	0,100
Canales abiertos en mortero	0,011	0,013	0,015	Ríos de montaña	0,030	0,040	0,050
Canales abiertos en hormigón acabado a llana	0,011	0,013	0,015	Cauces naturales en inundaciones en pastizales	0,025	0,030	0,050
Canales abiertos en hormigón en bruto	0,014	0,017	0,020	Cauces naturales en avenidas sobre sembrados no nacidos	0,020	0,030	0,040
Canales abiertos en gunita	0,016	0,022	0,025	Cauces naturales en avenidas sobre sembrados nacidos	0,025	0,040	0,050
Canales abiertos en labrillo	0,012	0,015	0,018	Cauces naturales en avenidas sobre monte bajo	0,035	0,060	0,110
Canales abiertos de mampostería	0,017	0,025	0,030	Cauces naturales en avenidas sobre bosques	0,040	0,070	0,150
Canales excavados rectos en tierra	0,018	0,022	0,025	Canales cerrados en acero	0,010	0,012	0,014
Canales excavados rectos en grava	0,022	0,025	0,030	Canales cerrados en fundición	0,010	0,014	0,016
Canales excavados curvos en tierra	0,023	0,025	0,030	Canales cerrados en vidrio	0,009	0,010	0,013
Canales excavados curvos y con vegetación en tierra	0,025	0,030	0,033	Canales cerrados en cemento	0,010	0,011	0,013
Canales excavados curvos y con mucha vegetación en tierra	0,030	0,035	0,040	Canales cerrados en mortero	0,011	0,013	0,015
Canales excavados en roca uniforme	0,025	0,035	0,040	Canales cerrados en hormigón	0,011	0,013	0,014
Canales excavados en roca irregular	0,035	0,040	0,050	Canales cerrados en cerámica	0,011	0,014	0,017
Ríos de meseta rectos y sin ollas	0,025	0,030	0,033	Canales cerrados en ladrillo	0,012	0,015	0,017
				Canales cerrados en mampostería	0,018	0,025	0,030

3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES

3.1 INTRODUCCIÓN

El diseño de la red de saneamiento consiste en la elección de la tipología de la red, decisión del trazado en planta y longitudinal, definición de parámetros mínimos exigidos a la red, etc.

El proceso seguido en la realización del presente Anejo es el siguiente:

- En primer lugar, determinación de los caudales de cálculo: pluviales, fecales e infiltraciones, que nos permitan diseñar las conducciones
- Diseño de los colectores y comprobación para diferentes caudales.
- Diseño de los aliviaderos existentes hasta la depuradora.

3.2 DISEÑO BÁSICO DE LA RED DE SANEAMIENTO

3.2.1. DISEÑO EN PLANTA

El trazado en planta es el primer paso a dar en el diseño de la red. Los aspectos a tener en cuenta a la hora de definir en planta una red de colectores son los siguientes:

Trazado en planta

El saneamiento se puede disponer bien por debajo de la calzada o bien por debajo de la acera. Por regla general, se pondrá bajo calzada, para evitar interferencias con otros servicios urbanos.

En cualquier caso, siempre se deberá disponer bajo dominio público, ya que si no, se deberá elaborar un documento público que establezca la servidumbre correspondiente.

En calles anchas se deberá desdoblarse el colector, de forma que los tubos de conexión entre sumidero y pozo no sean superiores a 10-15 m aproximadamente

Ubicación de pozos en planta

Se deberá disponer pozo siempre que haya un quiebro en planta en la red, es decir, un cambio de dirección.

Los tramos de colector entre pozos deberán ser rectos. Sólo en el caso de puesta en obra in situ podrán construirse tramos curvos (el radio mínimo en tramos curvos es de 15 m, según requerimientos del Ayuntamiento de Madrid, extrapolable a otros proyectos). Hay determinados tubos -los de junta flexible, en general- que admiten pequeños ángulos (en torno a 1-2°) entre unas piezas prefabricadas y otras. En principio está pensado para poder absorber movimientos del terreno sin perder estanqueidad, pero en la construcción pueden ser forzadas a esos pequeñísimos ángulos para tener tramos curvos -de curvatura muy amplia-.

La distancia máxima admisible entre pozos es de 50 m, aunque para colectores visitables o grandes diámetros esta distancia puede ampliarse a 100 m.

Es preferible que las tapas de los pozos de registro en calzada queden centradas en un carril, con el objeto de minimizar el tránsito de ruedas de vehículos sobre ellas. En caso de estudiar el mercado comercial de tapas, se deberá tener en cuenta la carga para la que está diseñada la tapa a disponer en proyecto, ya que la resistencia de cercos y tapas está normalizada según la carga de cálculo y así se especifica en los catálogos comerciales.

Interferencias en planta con otros servicios

La distancia horizontal entre la red de saneamiento y otros servicios que puedan estar cerca está limitada como mínimo entre 0,70 y 1,00 m medida entre planos verticales tangentes a cada tubería. Se desaconseja reducir esas distancias.

En el caso de que un tubo de saneamiento comparta zanja con otro tubo (como es habitual por ejemplo si la red es separativa), se deberá dejar una distancia horizontal de trabajo entre los conductos, que la norma UNE-EN 1610 cifra en:

Condición	Distancia horizontal de trabajo
$\varnothing \geq 700 \text{ mm}$	0.35 m
$\varnothing > 700 \text{ mm}$	0.50 m

3.2.2. DISEÑO EN ALZADO

Es muy importante el diseño en alzado de la red de saneamiento. De su idoneidad dependerá en gran medida el correcto funcionamiento de la red en cuanto a las condiciones de circulación del agua se refiere.

Trazado en alzado

Al definir el alzado de la red hay dos criterios diferenciados:

- a) Minimización del movimiento de tierras: se procura adecuar la pendiente de los colectores a la pendiente de los viales, de forma que el movimiento de tierras resulte el menor posible -y, evidentemente, resulte más económico-.
- b) Optimización hidráulica: se adapta la pendiente de los colectores a su óptima hidráulica, de manera que se produzca una optimización funcional -y consecuentemente económica- del porcentaje de llenado de tubos.

Sección recomendada según la profundidad

A partir de profundidades entre 4,5 y 5,0 m es recomendable -para algunas Administraciones Públicas, como es el caso del Ayuntamiento de Madrid, incluso obligatorio según el criterio del Director del Proyecto- disponer secciones visitables, de manera que en caso de rotura o reparación interior no haya que abrir zanja, sino que se pueda acceder desde la propia sección.

Esta condición puede albergar excepciones como el paso bajo determinados servicios, en los que se podrá dejar la sección necesaria hidráulicamente para evitar profundidades mayores en la red. No obstante, se deberá disponer pozo antes y después del cruce con el servicio de manera que se minimice la longitud del tramo que no sea visitable.

Ubicación de pozos en alzado

Se deberá disponer pozo siempre en quiebros en alzado, bien sean cambios de pendiente o resaltos. Entre pozos siempre se dispondrán tramos de pendiente constante.

Como ya se ha apuntó anteriormente, la distancia máxima admisible entre pozos es de 50 m, aunque para colectores visitables o grandes diámetros esta distancia puede ampliarse a 100 m.

Pendiente

Las restricciones en materia de pendiente vendrán dadas principalmente por motivos de velocidades máxima y mínima a respetar, además de por cuestiones puramente constructivas.

Las condiciones exigidas de pendiente mínima y máxima vienen especificadas más adelante.

No conviene pasar de una pendiente mayor a una menor para evitar posibles entradas en carga del tubo aguas abajo, donde la pendiente es menor. Si es imprescindible, se podrá hacer, comprobando que la

diferencia de velocidades no sea muy grande y, sobre todo, que el porcentaje de llenado aguas abajo tenga holgura suficiente.

Profundidad y recubrimiento mínimo

En cuanto a la **profundidad mínima**, por motivos funcionales, para red de recogida de aguas pluviales la profundidad no debe ser inferior a 1,50 m, mientras que para red de fecales o red unitaria, dicha profundidad será igual o mayor que 3,00 m para posibilitar la recogida de sótanos y garajes. Este criterio es habitualmente aceptado y de aplicación general en proyectos de saneamiento.

Por regla general el valor del **recubrimiento mínimo** viene dado por el cálculo mecánico, no obstante hay ciertos criterios de práctica habitual que a continuación se detallan.

Bajo calzadas o en terreno de posible tráfico rodado, el recubrimiento mínimo generalmente se toma 1,00 m medido entre la generatriz superior exterior del tubo y la superficie. Este valor se puede disminuir a 0,60 m en el caso de aceras o lugares sin tráfico rodado (criterios de la Asociación de Fabricantes de Tubos de Hormigón Armado, ATHA, en su "*Manual de Cálculo, Diseño e Instalación de Tubos de Hormigón Armado*", pág. 180).

En casos excepcionales se podrá reducir este recubrimiento, siempre acompañando unos cálculos mecánicos exhaustivos de los casos en los que esto ocurra. Menos de 0,50 m es inadmisibles en casos de tráfico rodado sobre el tubo.

Aunque los criterios descritos son para tubos de hormigón, pueden ser empleados para otro tipo de conductos, como plásticos, pero siempre justificando los valores mínimos adoptados mediante el correspondiente cálculo mecánico.

Interferencias con otros servicios en alzado

En cuanto a la distancia vertical en cruces con otros servicios, deberá ser como mínimo de 1,00 m, medida ente planos tangentes horizontales. La red de saneamiento debe quedar siempre por debajo de otros servicios urbanos, especialmente abastecimiento de agua. En el caso de diseño de red separativa, en los cruces entre la red de pluviales y la de fecales, será esta última la que deberá pasar siempre por debajo de la de pluviales, guardando una distancia también de 1,00 m como mínimo.

Análogamente a lo dicho anteriormente, en casos excepcionales se puede reducir esta distancia, haciendo un estudio -debe hacerlo el departamento de Estructuras- del cruce y previendo precauciones especiales, como el refuerzo de hormigón, si fuera necesario. Por ejemplo, en cruces con galerías de servicio, una solución puede ser una distancia mínima de 0,30 pero embeyendo el colector en un dado de hormigón en masa.

3.2.3. SELECCIÓN DEL MATERIAL

Tradicionalmente se suelen emplear tubos de hormigón, en masa o armado. Son tubos más baratos que los plásticos y más resistentes al aplastamiento. Serán los primeros en los que se piense para ejecutar el saneamiento. Para la ejecución de los colectores de la EDAR se seleccionará este material.

Los tubos de PVC son más flexibles, más ligeros y más fáciles de poner en obra, además garantizan mejores condiciones hidráulicas iniciales que los conductos de hormigón. Se suele disponer tubo corrugado exterior (liso interior) para mejorar la resistencia mecánica del tubo. Hay Administraciones en las que no está homologado este material, así que hay que informarse bien antes de proyectar una red de saneamiento de PVC.

Fabricación

Los tubos de hormigón pueden ser prefabricados o in situ. Siempre que se pueda se emplearán tubos prefabricados con junta de enchufe y campana, salvo que por circunstancias especiales (necesidad de hacer tramos curvos, secciones no normalizadas en las empresas de prefabricados, etc.) sea necesaria la fabricación in situ.

Tipos

Hay multitud de secciones posibles para colectores de saneamiento: circulares, ovoides, visitables con andén y cuna, galerías o alcantarillas, marcos unicelulares y bicelulares, etc.

Habitualmente se recurre a secciones circulares para tamaños pequeños (esto también está sujeto a la normativa vigente o recomendaciones de la Administración al respecto), y cuando se pasa a secciones mayores, se disponen colectores visitables. Un criterio posible -y de uso frecuente- es que hasta Ø1000 se disponen tubos circulares, y a partir de ahí, colectores visitables circulares con andén y cuna, o galerías visitables.

En el caso de que las velocidades sean muy bajas para diámetros hasta Ø1000, se estudiará la posibilidad de proyectar ovoides, que por su sección hidráulica (mayor radio hidráulico) mejoran las condiciones de circulación del agua.

Si se pretende transportar caudales de agua tan grandes que no caben en el mayor de los colectores visitables disponible, se podrá optar por uno o varios marcos, aunque la sección hidráulica de estos es poco adecuada para caudales bajos (periodos de sequía en sistemas unitarios).

Para evitar la apertura de grandes zanjas en caso de avería o reposición, cuando la profundidad del colector sea superior a 4,50 m se dispondrá colector visitable, de modo que se pueda reparar desde el interior. Este criterio es del Ayuntamiento de Madrid, aunque no es de uso general es muy razonable, por lo que es pertinente extrapolarlo a proyectos de saneamiento en otros lugares.

Tamaños

Siempre hay que fijarse en los tamaños comerciales disponibles del tipo de conducto que se quiere proyectar. Lo más habitual es:

Tubos	Ø300, Ø400, Ø500, Ø600, Ø800, Ø1000 Ø1200, Ø1500, Ø1800, Ø2000, Ø2500, Ø3000
Ovoides	70x105, 80x120, 90x135, 100x150, 120x180, 140x210
Colectores visitables circulares	Ø1800, Ø2000, Ø2500, Ø3000
Alcantarillas	1.25x1.85, 1.50x1.85, 2.00x2.00, 2.50x2.35...
Marcos	2.0x2.0, 2.5x2.0, 2.5x2.5, 3.0x3.0, 3.0x3.5...

El diámetro mínimo exigido por muchos organismos competentes, es de 300 mm. La habitual adopción en proyecto de Ø400 como diámetro mínimo para la red de colectores se debe a que de esta manera se mejoran las condiciones de limpieza y mantenimiento del conducto. No obstante, para las conexiones entre absorbederos y pozos se suelen emplear tubos de diámetro 300 mm.

En caso de ser imprescindible la utilización de un conducto de dimensiones no comerciales, se hablará con las empresas de prefabricados para ver si lo pueden prefabricar, o se procederá a la construcción in situ.

3.2.4. TRAZADO EN PLANTA Y PERFIL

En el "DOCUMENTO N°2.PLANOS" se puede observar el trazado de los colectores en el plano de situación de la depuradora, colectores y puntos de vertido. En este caso el trazado en planta ha sido

impuesto por el Canal de Isabel II y no permite variantes. Esta imposición es habitual ya que la variación del trazado implicaría un reestudio de las expropiaciones necesarias.

El colector discurrirá paralelo al terreno, por lo que su perfil será el mismo que el del terreno quitando el resguardo necesario para su construcción.

3.3 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL COLECTOR

El problema fundamental con el que nos encontramos para definir los colectores, una vez hallados los caudales que deben transportar y su trazado aproximado en función de la colocación de la planta, es establecer la sección más adecuada, atendiendo a características tales como caudales y variación de los mismos en el tiempo, características de las aguas en relación con el contenido de elementos de suspensión transportados, posibilidades de ataque o abrasión, sistemas de ventilación, etc. De entre todas las características, la principal determinante de la sección será el régimen hidráulico deseado.

Indicador fundamental será la velocidad de circulación del agua en la sección adoptada, debiendo establecerse unos límites máximos y mínimos para un correcto funcionamiento del sistema. El valor máximo vendrá establecido por condiciones de erosión sobre la sección considerada y el valor mínimo, como representación de la capacidad de transporte de la masa de aguas, es decir, un límite mínimo para evitar que se produzcan sedimentos o depósitos que, en caso de formación, darán origen a disminución de la capacidad portante de la sección adoptada y a la producción de olores derivados de las fermentaciones anaeróbicas generadas dentro de los sedimentos aislados de la posible captación de oxígeno.

Velocidad mínima

Según el libro "Saneamiento y alcantarillado", de Aurelio Hernández Muñoz (pág. 115) la velocidad mínima en redes unitarias es 0,6 m/s (velocidad de arrastre de arenas) y en redes separativas debe ser 0,3 m/s en red de negras (arrastre de S.S.) y 0,6 m/s en red de pluviales (arrastre de arenas). Estas velocidades deben cumplirse cuando la altura de llenado supere 1/5 del diámetro del tubo.

En el libro "Cálculo de caudales en las redes de saneamiento", de Fernando Catalá Moreno (págs. 52-53) se indica un requerimiento de autolimpieza algo más complicado. No obstante, dice Fernando Catalá, que en colectores de aguas pluviales, así como en redes unitarias, en la práctica estas condiciones de autolimpieza se cumplen si la velocidad correspondiente a un caudal igual al caudal a sección llena es igual o mayor a 1,0 m/s para secciones circulares e igual o mayor a 0,9 m/s para ovoides. En cambio, en colectores de fecales (redes separativas), se deben cumplir las siguientes condiciones: a) la velocidad de circulación correspondiente a un caudal igual al caudal a sección llena deberá ser igual o mayor a 0,5 m/s; b) la velocidad de circulación para una altura de llenado de 1/5 del diámetro debe ser igual o mayor a 0,30 m/s; y c) el caudal medio actual debe garantizar una altura de llenado igual o mayor a 1/5 del diámetro.

Según el "Pliego general de condiciones para la redacción y tramitación de los proyectos de urbanización en el Término Municipal de Madrid" del Ayuntamiento de Madrid, la velocidad mínima en colectores debe ser mayor o igual a 1 m/s, aunque esta exigencia en la práctica se puede reducir en caso de colectores de grandes diámetros.

Finalmente, el "Manual de saneamiento URALITA", de Aurelio Hernández Muñoz y Aurelio Hernández Lehmann, propone un valor mínimo de 0,2 m/s a caudal mínimo, salvo en el caso de vertidos intermitentes, y 0,5 m/s a caudal medio.

Todos estos criterios son válidos, y servirán para justificar aquél adoptado por el proyectista.

Velocidad máxima

Según el libro "Cálculo de caudales en las redes de saneamiento", de Fernando Catalá Moreno (pág. 52), no es conveniente que la velocidad máxima de circulación sobrepase los 4 m/s, y no debe ser

superior en ningún caso a 5 m/s. Este criterio es válido para cualquier proyecto de saneamiento, salvo que se indique lo contrario.

En otros libros, como "*Saneamiento y alcantarillado*", de Aurelio Hernández Muñoz o "*Manual de saneamiento URALITA*", de Aurelio Hernández Muñoz y Aurelio Hernández Lehmann, se pueden encontrar otros criterios para determinar la velocidad máxima admisible, pero son criterios sensiblemente semejantes a los descritos en el libro de Fernando Catalá anteriormente mencionado.

Por todo esto se seguirán los criterios siguientes:

- Velocidad superior a **0'6 m/s** para el caudal medio de aguas negras aunque conviene sea superior a 0'9 m/s.
- Velocidad inferior a **3 m/s** para el caudal punta de aguas negras.
- Velocidad inferior a **5 m/s** para el caudal máximo a transportar en tiempo de lluvia.

Con estos límites debe determinarse la sección, fijando una pendiente dentro de los límites marcados por la topografía local para conseguir una velocidad adecuada.

3.4 PENDIENTES MÍNIMAS, MEDIAS Y MÁXIMAS.

Pendiente mínima

Aunque la pendiente mínima debe venir dada principalmente por el cumplimiento de la velocidad mínima, se puede dar como orientativo el valor mínimo del 0,5%, aunque puede verse reducido en caso de grandes colectores. En cualquier caso, es recomendable no bajar del 1,0%.

Pendiente máxima

Igualmente, este valor vendrá obligado por el ajuste a una velocidad máxima o por criterio de paralelismo a la calzada (minimización del movimiento de tierras), pero puede considerarse preferible -como regla general- no sobrepasar valores de pendiente del 5-8%, salvo casos justificados.

El colector de unión de los puntos de vertido aislados parte de una cota de 715 m para unirse con los demás colectores principales a la cota de 676 m. La pendiente media del terreno será del 6%. Dicho colector se divide en tres tramos entre los puntos de vertido. A continuación se resumen los datos del desnivel, longitud y pendiente de los distintos tramos del colector, suponiendo que la pendiente del colector coincide con la pendiente del terreno. En caso de que no se cumplan las limitaciones de velocidad manteniendo el colector paralelo al terreno, variaremos las pendientes dentro de las posibilidades.

Con los criterios expuestos en los apartados anteriores sobre limitación de velocidades en un colector, se pueden hallar los diámetros y pendientes necesarias para cada caso. Se ha procurado, si es posible, dar la pendiente del terreno ya que de esta forma habrá que hacer menos obras y menos movimientos de tierra. Los colectores se van a colocar de fibrocemento.

3.5 PORCENTAJE DE LLENADO MÁXIMO DEL CONDUCTO.

Según el libro "*Saneamiento y alcantarillado*", de Aurelio Hernández Muñoz (pág. 113), es recomendable que al menos un 15-20% de la altura del conducto quede libre para permitir la circulación del aire, para permitir así la aireación del agua y mantener unas condiciones aerobias. Habitualmente se adopta un grado de llenado máximo del 80%.

3.6 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El diseño hidráulico de los colectores tiene por objeto la determinación de las dimensiones del mismo, debiendo realizarse, al menos las siguientes comprobaciones:

- Velocidades máximas y mínimas
- Llenado de conducciones
- Cálculo de pérdidas de carga lineales y localizadas
- Autolimpieza de la conducción

3.6.1. CÁLCULOS HIDRÁULICOS POR GRAVEDAD

La ecuación básica utilizada en todos los cálculos hidráulicos por gravedad es la ecuación de conservación de la energía o ecuación de Bernouilli adaptada a las hipótesis básicas del flujo por gravedad:

$$Z_1 + Y_1 + \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \alpha_2 \cdot \frac{v_2^2}{2g}$$

Siendo:

Zi Cota de solera en la sección transversal y respecto a una cota de referencia.

Yi Calado de agua en la sección transversal i.

α_i Coeficiente que tiene en cuenta la distribución no uniforme de la velocidad en la sección transversal i.

Vi Velocidad media del flujo en la sección transversal i.

he Pérdida de energía entre las secciones transversales i y i+1.

La pérdida de energía he se obtiene de la siguiente expresión:

$$h_e = L \cdot j_f + c \cdot \left(\frac{\alpha_2 \cdot v_2^2}{2g} - \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

Siendo:

L Longitud del tramo.

c Coeficiente de pérdidas por expansión o contracción.

j_f Pendiente de fricción representativa del tramo. Se calcula j_f según la fórmula de Manning:

- **Pérdida de carga unitaria por rozamiento en canales en régimen libre (fórmula de Manning-Strickler).**

$$j_f = \frac{Q^2 \cdot n^2}{A^2 \cdot R_h^{4/3}}$$

Donde:

Q Caudal circulante.

n Coeficiente de fricción de Manning. En todos los casos se han adoptado valores por encima de los indicados por los fabricantes para recoger el efecto del envejecimiento de las tuberías.

A Área de la sección transversal en la dirección del flujo.

Rh Radio hidráulico de la sección transversal en el flujo.

El dimensionamiento hidráulico de las conducciones se realiza en base a los caudales de diseño. Los parámetros que definen los regímenes hidráulicos en distintas hipótesis se obtienen utilizando la conocida fórmula de Manning, para determinar las pérdidas de energía por rozamiento a lo largo de las conducciones, y la ecuación de la continuidad.

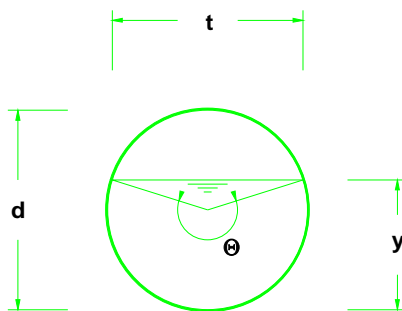
El **coeficiente de rugosidad de Manning** depende de muchas variables, siendo la más importante el tipo de material de la tubería. En los presentes cálculos se ha adoptado un valor constante de **0,014** para el colector con el fin de dar una mayor seguridad en el cálculo de la conducción.

Las hipótesis de cálculo se escogen de forma que se asegura, por un lado, que los colectores tienen capacidad suficiente, y por otro, que las velocidades se encuentran dentro de un rango en el que no son de temer fenómenos de sedimentación ni de erosión.

La determinación de los parámetros hidráulicos de interés (velocidad, grado de llenado, número de Froude) se realiza en los conductos de sección circular mediante un proceso iterativo que se describe a continuación.

3.6.2. DETERMINACIÓN DEL RADIO HIDRÁULICO

El radio hidráulico, que se define como la relación entre el área de la sección hidráulica, y el perímetro mojado, requiere la determinación previa de estos parámetros, cuyas expresiones se deducen fácilmente a partir de la siguiente figura:



El área hidráulica se puede expresar en función del ángulo de llenado como:

$$S = \frac{1}{8} \cdot (\theta - \text{sen}\theta) \cdot d^2$$

y el perímetro mojado:

$$P_m = \frac{1}{2} \cdot \theta \cdot d$$

y, por lo tanto, el radio hidráulico es:

$$R_h = \frac{1}{4} \cdot \left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta} \right) \cdot d$$

3.6.3. DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO DEL CONDUCTO

Además, para calcular los diámetros se aplicará la ecuación de continuidad para secciones llenas de tubería, de forma que:

$$Q = v \cdot A \rightarrow V = \frac{Q}{S} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

V = velocidad de circulación en m/s.

Q = caudal circulante en m³/s.

S = sección de la tubería en m².

D = diámetro de la tubería en m.

Teniendo en cuenta la fórmula de Manning, las expresiones del área y del radio hidráulico en función del ángulo de llenado antes obtenidas y la condición de continuidad, el caudal que circula por una tubería para un ángulo de llenado cualquiera puede expresarse como:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \left[\frac{1}{4} \cdot \left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta} \right) \cdot d \right]^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{8} \cdot (\theta - \text{sen}\theta) \cdot d^2$$

El caudal que, con la misma pendiente, circularía a sección llena sería:

$$Q_0 = \frac{1}{n} \cdot \frac{d^{\frac{2}{3}}}{4} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

y dividiendo las dos expresiones anteriores se obtiene:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{(\theta - \text{sen}\theta)^{\frac{5}{3}}}{\theta^{\frac{2}{3}}}$$

A partir de esta relación se obtiene, mediante un proceso iterativo sencillo, el ángulo de llenado correspondiente a un diámetro, una pendiente y un caudal dados, y, a partir de este ángulo, el calado. Si el calado es superior al 75% del diámetro, se aumenta el diámetro al siguiente de la serie y se procede de nuevo a su cálculo. Obtenido un diámetro cuyo grado de llenado para ese caudal sea inferior al 75%, se admite para el correspondiente tramo de colector, si cumple con las condiciones de pendiente mínima y máxima.

El resto de los parámetros de interés del flujo se obtienen fácilmente, una vez conocido el ángulo de llenado, mediante las fórmulas previamente obtenidas.

3.6.4. COMPROBACIÓN DE LA EROSIONABILIDAD

En general y salvo en tramos cortos y muy localizados, se dimensionan los conductos de forma que el **número de Froude** sea inferior a 2,5. Cuando las pendientes topográficas provocan valores de dicho parámetro superiores al valor indicado, la solución habitual consiste en disponer pozos de resalto.

El número de Froude se define por la expresión:

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \cdot D}}$$

donde los significados de los nuevos símbolos que aparecen son:

- F Número de Froude.
- g aceleración de la gravedad.
- D Calado equivalente, definido como la relación entre el área de la sección hidráulica y la anchura del flujo en la superficie libre, es decir:

$$D = \frac{A}{t}$$

De la figura recogida anteriormente:

$$t = d \cdot \sin \frac{\theta}{2}$$

y teniendo en cuenta la expresión del área obtenida en el mismo apartado, resulta la siguiente expresión del calado equivalente en función del ángulo de llenado:

$$D = \frac{1}{8} \cdot \frac{\theta - \sin \theta}{\sin \frac{\theta}{2}} \cdot d$$

3.6.5. DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA DE CARGA

Teniendo en cuenta la fórmula de Manning, las expresiones del radio hidráulico en función del ángulo de llenado antes obtenidas y la condición de continuidad. La pendiente hidráulica k_f será:

De la expresión anterior, $j_f = \frac{Q^2 \cdot n^2}{A^2 \cdot R_h^{4/3}}$ Siendo $Q = V \cdot A$ obtenemos:

$$j_f = \frac{v^2 \cdot n^2}{R_h^{4/3}}$$

donde:

- V = velocidad media de circulación del agua en el conducto en m/s.
- n coeficiente de rugosidad de Manning o Rugosidad absoluta de Strickler = 0.014 para elementos de hormigón
- Rh = radio hidráulico de la sección hidráulica mojada en m.
- Jf pendiente de la línea de energía del colector en m/m.

3.6.6. OBRAS ESPECIALES

A lo largo del trazado de los colectores se hará necesaria la construcción de una serie de obras especiales como *pozos de registro*, que permitan la inspección y control de las tuberías, *aliviaderos de crecida*, que eviten la entrada en carga de la tubería y reduzcan la sección necesaria de colector y *cámaras de descarga* para permitir la limpieza de los sedimentos que puedan depositarse en la tubería evitando obstrucciones.

Los **pozos de registro** se colocarán cada 50 m aproximadamente intentando, además que estos coincidan con los cambios de pendiente del colector. Los **aliviaderos de crecida** se colocaran a la entrada de cada colector estando dimensionados de manera que permitan una dilución de las aguas

vertidas de 1/5. Por último, se colocarán **cámaras de descarga** en la embocadura de aquellos colectores que presenten las velocidades mínimas más bajas.

3.7 CÁLCULO DEL COLECTOR DE AGUA BRUTA

Las obras de captación del vertido existente comprenden la ejecución de un nuevo colector que discurre próximo al Arroyo de Robledillo y al Camino de El Molino de Villar hasta la parcela donde se ubicarán las nuevas instalaciones.

Los cálculos hidráulicos relativos al colector de agua bruta se llevan a cabo de forma automática a partir de los caudales de diseño y de los datos geométricos de las conducciones utilizando la formulación y parámetros antes expuestos.

En el Apéndice, se recogen los resultados de los cálculos correspondientes.

3.7.1. DATOS DE PARTIDA

El colector proyectado presenta los siguientes condicionantes establecidos por el Canal de Isabel II y que son invariables ya que han de respetarse las expropiaciones previstas y ya acordadas con los propietarios y el Ayuntamiento de Robledillo de la Jara:

- El punto de inicio del futuro colector se sitúa en el actual de vertido de aguas residuales del municipio. Este vertido se ubica en las afueras del núcleo urbano mediante red de saneamiento unitaria en hormigón que vierte al Arroyo de Robledillo de la Jara.
- El colector a proyectar tendrá una longitud de 780,21 m y transcurrirá próximo al arroyo de Robledillo y al camino del Molino de Villar hasta la nueva parcela donde irá situada la EDAR.
- El trazado del colector, así como el resto de las conducciones y de la línea eléctrica será subterráneo y discurrirá paralelo a la vía pecuaria “Colada de la Umbría de la Mata al Molino de Villar”, a una distancia de más de 3 metros, en todo su trazado.
- El colector general de aguas residuales llega a la arqueta de llegada, dentro de la EDAR a la cota 971,41m.
- Cuando el caudal que pueda llegar a la EDAR supere el máximo admisible se aliviará y se verterá, mediante tubería de PVC directamente al cauce receptor.

3.7.2. DIMENSIONAMIENTO DEL COLECTOR DE ROBLEDILLO, DESDE EL PUNTO DE VERTIDO ACTUAL A EDAR

Habiendo estudiado el perfil longitudinal del trazado, se determinará el diámetro óptimo para el colector, realizando los cálculos para la situación más desfavorable:

Criterios de diseño: como criterios de diseño se van a considerar los siguientes:

- 1) Vamos a considerar que el colector trabajará con una lámina de fecales menor que el diámetro del colector, para evitar que entre en carga.
- 2) La velocidad máxima no superará los 3 m/s. La velocidad mínima, deberá ser superior a 0,5 m/s.,
- 3) La pendiente máxima del colector se limita para no superar la velocidad de 5 m/s. A lo largo del trazado del mismo se han colocado pozos de registro prefabricados separados una distancia máxima de 50 m y en los casos que sea necesario, por cambios de dirección en planta y/o pendiente.

Pasamos a la determinación del colector:

	ACTUAL	FUTURO
Caudal en colector (m³/s)	0,0418	0,0628

Si suponemos que el colector se dimensiona a un 90 % de su sección para evitar que entre en carga, y aplicando la fórmula de manning:

$$J_f = \frac{Q^2 \cdot n^2}{A^2 \cdot R_h^{4/3}}$$

$$Q = \frac{A \cdot R_h^{2/3} \cdot k_f^{1/2}}{n} \quad v = \frac{R_h^{2/3} \cdot k_f^{1/2}}{n}$$

La velocidad en el colector será:

Comportamiento

	Pm [m]	Sm [m2]	Rh [m]	v [m/s]	Q [m3/h]
Caudal actual	0,507	0,041	0,081	2,411	354,578
Caudal futuro	0,588	0,054	0,091	2,615	504,030

Que cumple las condiciones de velocidad máxima y mínima impuestas.

3.7.3. COTA DE AGUA A LA LLEGADA A LA E.D.A.R

De la velocidad obtenida en el apartado anterior para el agua bruta en el colector, tenemos:

	Caudal actual	Caudal futuro
Velocidad resultante	2,411	2,615
Cota del terreno	974,000	974,000
Pendiente media del colector	0,500	0,500
Caudal transportable en lamina libre (m³/s)	0,098	0,140
Caudal transportable en lamina libre (l/s)	98,494	140,008
Cota de la rasante de la conducción en pozo de acometida (m)	971,440	971,440
Distancia entre pozo de acometida y pozo de gruesos (m)	5,000	5,000
Cota de la rasante de la conduccion en pozo de gruesos (m)	971,415	971,415
Cota en el pozo de gruesos relativa respecto al terreno (m)	-2,58	-2,58
Cota del agua en arqueta de llegada (m)	971,453	971,671
Cota del agua en arqueta de llegada en relativas (m)	-2,55	-2,33

3.7.4. CARACTERÍSTICAS FINALES DE LA RED.

En definitiva podemos afirmar que la red estará compuesta por un colector que recoge el agua de la red general de Robledillo y la vierte a un colector de las siguientes características:

COLECTOR AGUA BRUTA	
LONGITUD	780,21 m
MATERIAL	Tubería HA
DIÁMETRO	Ø400 (m)

En cuanto a la obra civil asociada simplemente señalar que, teniendo en cuenta que el diámetro del colector es de 400mm, la sección tipo de zanja adoptada en la ejecución del mismo tendrá al menos un ancho en la base de 1,0 m y taludes de excavación de 1H/3V. La ejecución de la obra implica la apertura de una zanja donde se instalará la tubería, apoyada sobre una cama de arena/gravilla de 15 cm que será posteriormente rellenada.

3.7.5. HOJA DE CÁLCULO DEL COLECTOR

CÁLCULO HIDRÁULICO DEL COLECTOR

PENDIENTES EXTREMAS DEL COLECTOR A Qactual

Diámetro ext colector	0,400 m		
Espesor	40,000 mm		
Diámetro colector	0,320 m	Velocidad máxima	5,00 m/s
Material	HA	Velocidad mínima	0,30 m/s
Rugosidad de Manning	0,014	Calado máximo (0.9-DN)	0,256 m
Caudal mínimo	30,13 m3/h	0,008 m3/s	
Caudal medio	150,65 m3/h	0,042 m3/s	
Caudal máximo	301,30 m3/h	0,084 m3/s	

Pendiente mínima limitada por velocidad mínima

Caudal mínimo	0,008 m3/s
Velocidad mínima	0,30 m/s
Ángulo	1,40 rad
Calado	0,04 m
Superficie mojada	53,0 cm2
Perímetro mojado	0,22 m
Radio hidráulico	0,02 m

Pendiente mínima	0,0026 m/m
	0,26 %

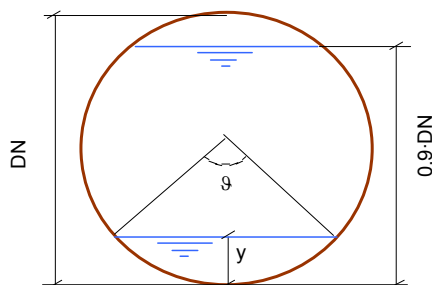
Pendiente mínima limitada por calado máximo

Caudal máximo	0,084 m3/s
Calado máximo	0,26 m
Ángulo	4,43 rad
Superficie mojada	689,7 cm2
Perímetro mojado	0,71 m
Radio hidráulico	0,10 m
Velocidad	1,21 m/s
Pendiente mínima	0,0064 m/m
	0,64 %

Pendiente máxima limitada por velocidad máxima

Caudal máximo	0,084 m3/s
Velocidad máxima	5,00 m/s
Ángulo	2,10 rad
Calado	0,08 m
Superficie mojada	159,1 cm2
Perímetro mojado	0,34 m
Radio hidráulico	0,05 m

Pendiente máxima	0,2868 m/m
	28,68 %



Pendiente máxima adoptada:	0,2868 m/m	28,68 %
Pendiente mínima adoptada:	0,01 m/m	0,64 %

Comportamiento en pendiente mínima

	y [m]	Pm [m]	Sm [m2]	Rh [m]	v [m/s]	Q [m3/h]
Caudal mínimo	0,101	0,381	0,022	0,057	0,85	66,25
Caudal medio	0,162	0,507	0,041	0,081	1,07	157,54
Caudal máximo	0,269	0,743	0,072	0,097	1,21	315,13

Comportamiento en pendiente máxima

	y [m]	Pm [m]	Sm [m2]	Rh [m]	v [m/s]	Q [m3/h]
Caudal mínimo	0,101	0,381	0,022	0,057	5,66	441,97
Caudal medio	0,162	0,507	0,041	0,081	7,14	1.051,03
Caudal máximo	0,269	0,743	0,072	0,097	8,09	2.102,37

PENDIENTES EXTREMAS DEL COLECTOR A Qfuturo

Diámetro ext colector	0,400 m		
Espesor	40,000 mm		
Diámetro colector	0,320 m	Velocidad máxima	5,00 m/s
Material	HA	Velocidad mínima	0,30 m/s
Rugosidad de Manning	0,014	Calado máximo (0.9-DN)	0,256 m
Caudal mínimo	45,25 m3/h	0,013 m3/s	
Caudal medio	226,25 m3/h	0,063 m3/s	
Caudal máximo	452,50 m3/h	0,126 m3/s	

Pendiente mínima limitada por velocidad mínima

Caudal mínimo	0,013 m3/s
Velocidad mínima	0,30 m/s
Ángulo	1,40 rad
Calado	0,04 m
Superficie mojada	53,0 cm2
Perímetro mojado	0,22 m
Radio hidráulico	0,02 m

Pendiente mínima	0,0026 m/m
	0,26 %

Pendiente mínima limitada por calado máximo

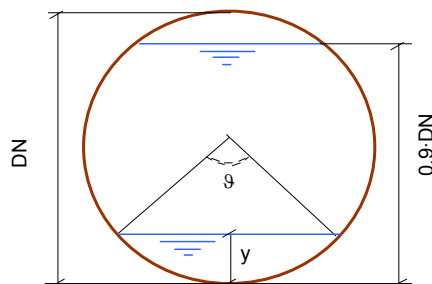
Caudal máximo	0,126 m3/s
Calado máximo	0,26 m
Ángulo	4,43 rad
Superficie mojada	689,7 cm2
Perímetro mojado	0,71 m
Radio hidráulico	0,10 m
Velocidad	1,82 m/s

Pendiente mínima	0,0145 m/m
	1,45 %

Pendiente máxima limitada por velocidad máxima

Caudal máximo	0,126 m3/s
Velocidad máxima	5,00 m/s
Ángulo	2,10 rad
Calado	0,08 m
Superficie mojada	159,1 cm2
Perímetro mojado	0,34 m
Radio hidráulico	0,05 m

Pendiente máxima	0,2868 m/m
	28,68 %



Pendiente máxima adoptada:	0,2868 m/m	28,68 %
Pendiente mínima adoptada:	0,01 m/m	1,45 %

Comportamiento en pendiente mínima

	y [m]	Pm [m]	Sm [m2]	Rh [m]	v [m/s]	Q [m3/h]
Caudal mínimo	0,049	0,256	0,008	0,030	0,833	23,097
Caudal medio	0,144	0,471	0,035	0,075	1,527	193,374
Caudal máximo	0,250	0,694	0,067	0,097	1,820	441,650

Comportamiento en pendiente máxima

	y [m]	Pm [m]	Sm [m2]	Rh [m]	v [m/s]	Q [m3/h]
Caudal mínimo	0,049	0,256	0,008	0,030	3,699	102,603
Caudal medio	0,144	0,471	0,035	0,075	6,784	859,013
Caudal máximo	0,250	0,694	0,067	0,097	8,085	1.961,914

COMPORTAMIENTO A CAUDAL DE DISEÑO

Diámetro ext colector	0,400 m		
Espesor	40,000 mm		
Diámetro colector	0,320 m	Velocidad máxima	5,00 m/s
Material	HA	Velocidad mínima	0,30 m/s
Rugosidad de Manning	0,014	Calado máximo (0.9-DN)	0,256 m
Caudal actual	150,65 m ³ /h	0,042 m ³ /s	
Caudal futuro	226,25 m ³ /h	0,063 m ³ /s	

Pendiente mínima limitada por velocidad actual

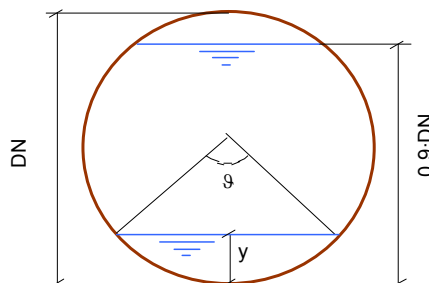
Caudal actual	0,042 m ³ /s
Velocidad mínima	0,30 m/s
Ángulo	1,40 rad
Calado	0,04 m
Superficie mojada	53,0 cm ²
Perímetro mojado	0,22 m
Radio hidráulico	0,02 m
Pendiente mínima	0,0026 m/m 0,26 %

Pendiente máxima limitada por velocidad futura

Caudal futuro	0,063 m ³ /s
Velocidad máxima	5,00 m/s
Ángulo	2,10 rad
Calado	0,08 m
Superficie mojada	159,1 cm ²
Perímetro mojado	0,34 m
Radio hidráulico	0,05 m
Pendiente máxima	0,2868 m/m 28,68 %

Pendiente mínima limitada por calado máximo

Caudal futuro	0,063 m ³ /s
Calado	0,26 m
Ángulo	4,43 rad
Superficie mojada	689,7 cm ²
Perímetro mojado	0,71 m
Radio hidráulico	0,10 m
Velocidad	0,91 m/s
Pendiente mínima	0,0036 m/m 0,36 %



Pendiente máxima adoptada:	0,2868 m/m	28,68 %
Pendiente mínima adoptada:	0,00 m/m	0,36 %

Comportamiento

	y [m]	Pm [m]	Sm [m ²]	Rh [m]	v [m/s]	Q [m ³ /h]
Caudal actual	0,162	0,507	0,041	0,081	1,607	236,385
Caudal futuro	0,202	0,588	0,054	0,091	1,743	336,020

Cota de agua a la llegada a la E.D.A.R.

	Caudal actual	Caudal futuro
Velocidad resultante	1,607	1,743
Cota del terreno	974,000	974,000
Pendiente media del colector	0,500	0,500
Caudal transportable en lamina libre (m ³ /s)	0,066	0,093
Caudal transportable en lamina libre (l/s)	65,663	93,339
Cota de la rasante de la conduccion en pozo de acometida (m)	971,440	971,440
Distancia entre pozo de acometida y pozo de gruesos (m)	5,000	5,000
Cota de la rasante de la conduccion en pozo de gruesos (m)	971,415	971,415
Cota en el pozo de gruesos relativa respecto al terreno (m)	-2,58	-2,58
Cota del agua en arqueta de llegada (m)	971,453	971,671
Cota del agua en arqueta de llegada en relativas (m)	-2,55	-2,33

4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA E.D.A.R

4.1 INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se detallan los cálculos hidráulicos que han determinado la disposición y el dimensionamiento interno de los diferentes elementos y obras que componen las instalaciones propuestas.

A la hora de definir la línea piezométrica de la Planta deben conjugarse los siguientes conceptos con el fin de obtener la solución más idónea tanto técnica como económicamente para minimizar los gastos de primera inversión y futura explotación:

- topografía y características del terreno
- cota del colector de agua bruta y restitución de agua tratada
- situación del nivel freático, nivel de máxima avenida
- estética de la Planta

El estudio hidráulico para obtener la línea piezométrica se ha realizado partiendo de los elementos del tratamiento y adoptando márgenes de seguridad que garanticen el buen funcionamiento.

El proceso que se ha llevado a cabo ha sido calcular por separado las pérdidas de carga en los elementos hidráulicos más importantes con objeto de completar un cuadro en el que siguiendo la línea de agua, paso a paso, se obtenga la línea piezométrica.

De esta manera quedarán determinadas las cotas de las láminas de agua en los elementos que integran la depuradora.

Por último se adjuntan los cálculos hidráulicos efectuados.

4.2 TUBERÍAS DE PROCESO

Las tuberías diseñadas en el presente proyecto son:

- La línea de agua: Se realiza en su mayor parte en tubería de acero inoxidable AISI-304, a excepción de las tuberías a obra de reparto a tanque de tormentas que se ejecutan en fundición dúctil y las tuberías correspondientes a los by-pass generales y las salidas de agua tratada que se ejecutan en PVC corrugado de diámetro Ø400 mm.
- La línea de fangos: Está proyectada en acero inoxidable AISI-304, a excepción de los bombeos de fangos en exceso que se ejecutarán en PEAD.
- El vaciado del espesador se prevé en acero al carbono, las salidas de flotantes se ejecutarán en acero inoxidable AISI-304 y las impulsiones de flotantes en PEAD.
- La red de aire se ejecutará en acero inoxidable AISI-304.
- Por último las redes de pluviales están diseñadas con tubería de PVC de diámetro Ø316, disponiéndose tantos absorbaderos como sean necesarios.

4.3 DESCRIPCIÓN DE UNIDADES ESTUDIADAS

Dadas las características requeridas en la planta a diseñar se ha considerado que la estación depuradora debe tener las siguientes unidades de proceso:

Línea de agua

- Pozo de gruesos
- Bombeo a depuración.
- Tamizado.

- Desarenado-desengrasado
- Arqueta de alivio a tanque de tormentas
- Tanque de tormentas
- Arqueta de reparto a biológico
- Reactor biológico.
- Decantación secundaria.
- Arqueta de agua tratada.
- Vertido al cauce.

4.4 METODOLOGÍA

El cálculo de las pérdidas de carga por rozamiento en las conducciones de agua entre los distintos elementos del proceso de depuración del agua residual se ha realizado partiendo de la fórmula de Prandtl-Colebrook para los conductos a presión, y de la fórmula de Manning-Strickler para los canales en régimen libre.

En la E.D.A.R. las aguas residuales son transportadas, entre los diferentes procesos, mediante tuberías o canales en los que las velocidades se limitan por debajo de 1 m/s para evitar fuertes pérdidas.

Calcularemos las pérdidas de carga continuas como $\Delta h = I \cdot L$, siendo I = pérdida de carga continua unitaria debida al rozamiento y L la longitud del elemento considerado. Las pérdidas de carga localizadas corresponden a diferentes elementos singulares del proceso (codos, ensanchamientos, estrechamientos, etc.) así como a los diferentes vertederos rectangulares; su expresión se determina en los siguientes apartados.

Por norma general, y para garantizar los Tiempos de Retención Hidráulicos (T.R.H.), en la mayoría de los procesos la salida del mismo se produce por vertedero al que se le dota de un margen de seguridad (5-10 cm) para aireaciones y evitar inundaciones del mismo.

En el resto de elementos singulares (compuertas, rejas, cambio de dirección, etc.) las pérdidas locales se calculan mediante la aplicación de un coeficiente k .

4.4.1. COTAS DE PARTIDA.

Para la realización de los cálculos hidráulicos, hemos utilizado un sistema de cotas relativas partiendo de la cota de llegada del agua al arroyo seguida de la decantación secundaria, el tratamiento biológico y el pretratamiento.

4.4.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS A PRESIÓN

La ecuación básica utilizada en todos los cálculos hidráulicos a presión en régimen permanente es la ecuación de conservación de la energía o ecuación de Bernoulli, adaptada a las hipótesis básicas del flujo a presión:

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H_{1-2} + \Delta H_a$$

Siendo:

- Z_i Cota de solera en la sección transversal y respecto a una cota de referencia.
- p_i Presión relativa en la sección i .

α_i Coeficiente que tiene en cuenta la distribución no uniforme de la velocidad en la sección transversal i .

V_i Velocidad media del flujo en la sección transversal i .

ΔH_{1-2} Pérdida de energía entre las secciones transversales i y $i+1$ debido al rozamiento a lo largo de la tubería entre ambas secciones. (Pérdidas Lineales)

ΔH_λ Pérdida de energía entre las secciones transversales i y $i+1$ debido a la presencia de fenómenos locales originados por cambios en la alineación de la tubería, por cambios en la sección de la tubería, por la presencia de emboques y desembokes y por la presencia de elementos que puedan obstaculizar o alterar las condiciones del flujo, como es el caso de válvulas o derivaciones. (Pérdidas Localizadas)

Cálculo de las Pérdidas Lineales

Para realizar la valoración de pérdidas lineales por rozamiento se ha utilizado la expresión de **Darcy-Weissbach**:

$$j = \frac{f}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \rightarrow \Delta H_{1-2} = \frac{f}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} L$$

Donde:

j : pérdida de carga (m.c.a./m)
 f : coeficiente de pérdida de carga adimensional
 D : diámetro de la tubería (m)
 V : velocidad media del fluido en la tubería (m/s)
 g : aceleración de la gravedad (9,8 m/s²)

El coeficiente de pérdida de carga λ es adimensional y se obtiene la siguiente expresión que proviene de unas fórmulas semiempíricas, de aplicación tanto a tuberías lisas como rugosas:

- Para tuberías lisas o rugosas y en la zona de transición ($2300 < Re < 4000$) o en la zona turbulenta ($Re > 4000$), f se deduce a partir de la fórmula de **Colebrook-White**:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k/D}{3,54} + \frac{5,51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

- y para tuberías lisas o rugosas y en la zona laminar ($Re < 2300$), f se deduce a partir de la fórmula de **Poiseuille**:

$$f = \frac{64}{Re}$$

donde:

f : Coeficiente de fricción
 k : Rugosidad, en m.
 D : Diámetro interior de la conducción, en m.
 L : Longitud de la tubería, en m.

$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$
 Re : Número de Reynolds;

v: Velocidad del agua, en m/s.

ν : Viscosidad cinemática del agua; $\left(\nu = \frac{\mu}{\rho} \right)$; (Para agua a 20° C, $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$)

μ : Viscosidad dinámica del agua; ($10^{-3} \text{ kg/m}\cdot\text{s}$ a 20°C)

ρ : Densidad del agua, en kg/m^3 ; ($1019,4 \text{ kg/m}^3$ a 20°C)

g: Aceleración de la gravedad, en m/s^2 .

En el caso estudiado se ha adoptado un valor de $j = 0,077 \text{ mm}$ para todas las tuberías

[Metcalf-Eddy, 1996]. En todos los casos, este valor es superior a los indicados por los fabricantes de estas tuberías. Con ello se puede reflejar el envejecimiento que sufrirán las paredes de las tuberías con el paso del tiempo y el incremento de la resistencia por fricción que comportará este fenómeno.

4.4.3. PÉRDIDAS EN TUBERIAS

➤ **Pérdida de carga unitaria por rozamiento.**

Para la pérdida en tuberías el coeficiente de pérdida es

$$j = \frac{f}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Para las tuberías de la E.D.A.R. que trabajan a presión por las que circula agua en régimen de transición o turbulento utilizamos la fórmula de **Colebrook-White** señalada anteriormente para obtener:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k/D}{3,54} + \frac{5,51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

De donde se obtiene

$$v = -2 \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot j} \cdot \log \left(\frac{k/D}{3,71} + \frac{2,51 \cdot \nu}{D \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot j}} \right)$$

Siendo:

V: Velocidad media del fluido (m/s)

g: Aceleración de la gravedad = 9.8 m/s^2

D: Diámetro interior de la tubería (m)

j: Pérdida de carga unitaria (m/m)

Ks: Coeficiente de rugosidad expresado en m

Ks	Agua limpia	0,1-0,5
	Agua residuales o incrustantes	0,5-2

ν = viscosidad cinemática del fluido expresada en $\text{m}^2/\text{sg} = 1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ para aguas residuales urbanas

T °C	5	10	15	20	30	40
$\nu \cdot 10^6$	1,52	1,31	1,14	1,006	0,80	0,66

4.4.4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS POR GRAVEDAD

Al igual que se comentó para el cálculo del colector, la ecuación básica utilizada en todos los cálculos hidráulicos por gravedad es la ecuación de conservación de la energía o ecuación de Bernouilli adaptada a las hipótesis básicas del flujo por gravedad:

$$Z_1 + Y_1 + \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2g} + h_e$$

Siendo:

- Zi Cota de solera en la sección transversal y respecto a una cota de referencia.
- Yi Calado de agua en la sección transversal i.
- α_i Coeficiente que tiene en cuenta la distribución no uniforme de la velocidad en la sección transversal i.
- Vi Velocidad media del flujo en la sección transversal i.
- he Pérdida de energía entre las secciones transversales i y i+1.

La pérdida de energía he se obtiene de la siguiente expresión:

$$h_e = L \cdot j_f + c \left[\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right]$$

Siendo:

- L Longitud del tramo.
- Jf Pendiente de fricción representativa del tramo. Se calcula Jf según la **fórmula de Manning**:

$$j_f = \frac{Q^2 \cdot n^2}{A^2 \cdot R_h^{4/3}} = \frac{n^2 \cdot v^2}{R_h^{4/3}}$$

Donde:

- Q Caudal circulante.
- n Coeficiente de fricción de Manning. En todos los casos se han adoptado valores por encima de los indicados por los fabricantes para recoger el efecto del envejecimiento de las tuberías.
- A Área de la sección transversal en la dirección del flujo.
- Rh Radio hidráulico de la sección transversal en el flujo.
- c Coeficiente de pérdidas por expansión o contracción.

4.4.5. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS LOCALIZADAS

Las pérdidas de carga localizadas son las que se producen cuando el flujo del agua atraviesa pozos o puntos singulares de la conducción, y que se añaden a las producidas por la rugosidad de la tubería.

El Cálculo de las Pérdidas Localizadas se realizará mediante la siguiente expresión del Metcalf-Eddy:

$$\Delta H_{\lambda} = \sum_k f_k \frac{v^2}{2g} + \sum_j f_j \left| \frac{\Delta v^2}{2g} \right|$$

donde, además de las variables ya definidas tenemos:

- fk: Coeficiente de pérdidas correspondiente al fenómeno local k (codos, derivaciones y elementos obstaculizadores del flujo).
- fj: Coeficiente de pérdidas correspondiente al fenómeno local j (fundamentalmente cambios de sección).

4.4.6. CÁLCULO DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS DE CONTROL

Las pérdidas en elementos singulares se establecen mediante la fórmula general:

$$\Delta h = f \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- f: Coeficiente de pérdida de carga
- v: Velocidad expresada en m/s
- g: Aceleración de la gravedad = 9.8 m/s²

Accidente	f	F VALOR NORMAL
Contracción brusca	0,5-1,5	
Entrada en tubería		0,5
Puesta en velocidad en tubería		1,0
Expansión brusca	0,5-1,1	
Entrada en depósito		1,25
Cambio de sentido		1,3
Codos a 45°	0,15-0,19	0,2
Codos a 90°	0,26-0,33	0,4
Válvula de compuerta	0,15-0,3	
Válvula de retención	1,5-2,9	
Compuerta canal abierto	0,2-0,3	0,5
Reja de Gruesos	1,5-2	
Reja de Finos	2-4	
Hueco		1,1

4.4.7. CAMBIOS DE SECCIÓN

- **Contracciones**

Las contracciones se calculan considerando $c = 0,50$, excepto en aquellos casos en los que existan motivos para considerar otro valor.

- **Expansiones**

Las expansiones se calculan considerando $c = 1,00$, excepto en aquellos casos en los que existan motivos para considerar otro valor.

4.4.8. PERDIDAS EN VERTEDEROS

En la mayoría de los casos, para este tipo de aplicaciones se diseñan los vertederos como vertederos libres, es decir, que la altura de la lámina de agua, aguas abajo del mismo es inferior a 2/3 de la altura aguas arriba. Se restringe este apartado a los tipos de vertederos más comúnmente empleados en plantas depuradoras: vertedero lineal para la mayoría de recintos y vertedero circular de dientes (vertedero Thompson) para recintos de planta circular.

- **Vertederos frontales**

Para la pérdida en vertederos rectangulares se utiliza la fórmula:

Altura de lámina en vertedero rectangular de pared delgada y vertido en lámina libre:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Donde:

Q: Caudal expresado en m³/sg

L: Ancho del vertedero: longitud del umbral de vertido (m)

H: Altura de lámina sobre el labio del vertedero (m)

g: Aceleración de la gravedad = 9.8 m/s²

μ : Coeficiente de caudal del vertedero o Coeficiente de vertedero de Rehbock

La determinación del valor de μ es el aspecto más complicado en el dimensionado del vertedero. Diversos autores han propuesto algunas expresiones analíticas que se destacan a continuación:

Fórmula de Rehbock:

$$\mu = \frac{2}{3} \cdot \left(0,065 + \frac{1}{1050 \cdot h - 3} + 0,08 \cdot \frac{h}{p} \right)$$

Fórmula de Bazin:

$$\mu = 0,405 + \frac{0,003}{h} \left(1 + 0,55 \frac{h^2}{(h + p)^2} \right)$$

p: Altura de la columna de agua en el vertedero expresada en m. Pala del vertedero o altura del umbral del vertedero por encima del fondo de la conducción (m)

Todas estas expresiones arrojan valores muy similares normalmente se adopta un valor medio de $\mu=0,415$ que es el valor propuesto por Francis en 1.823.

Para un tanteo inicial se puede considerar que $Q=1,9 \cdot L \cdot h^{3/2}$

- **Vertederos laterales**

Será suficientemente aproximado el utilizado en la fórmula anterior para vertederos frontales considerando h como la altura media sobre el vertedero. Es decir, si suponemos que al final del vertedero la lámina es cero y al comienzo es H , será:

$$h = \frac{H}{2}$$

- **Vertederos triangulares con lados a 90°**

Según Thompson, la altura aguas arriba del vertedero viene dada por:

$$Q = 1,84 \cdot L \cdot h^{3/2}$$

En donde:

q: caudal unitario en cada diente (m³/s/diente)

h: altura de la lámina de agua, aguas arriba del vertedero (m.c.a.)

4.4.9. ORIFICIOS

Un orificio es una abertura efectuada en la pared de un depósito, embalse, tubería o canal de forma que el agua puede escurrir a través de él. Un orificio es una singularidad en contorno cerrado, o sea una singularidad cuyo perímetro es totalmente mojado.

La carga hidráulica sobre orificios se calcula según la siguiente expresión obtenida del Metcalf-Eddy:

- Descarga libre: $Q = C \cdot A_o \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$
- Descarga anegada: $Q = C \cdot A_o \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \delta h}$

donde:

Q: Caudal descargado por el orificio.

h: pérdida de carga en el orificio (m.c.a.)

δh : Diferencia entre la carga hidráulica aguas arriba y aguas abajo del orificio, en el caso de descarga anegada.

A_o : Área del orificio transversal al flujo.

C: Coeficiente de descarga. (valor normal= 0,62 excepto en el caso que se indique explícitamente un valor diferente).

4.4.10. COMPUERTAS

Las descargas bajo compuertas se calculan aplicando la siguiente expresión obtenida del Metcalf-Eddy:

$$Q_d = C \cdot A_o \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y_1}$$

donde:

Q Caudal descargado por la Compuerta.

y₁ Calado aguas arriba de la Compuerta.

A_o Área libre de la Compuerta

(A_o = abertura de Compuerta x Ancho de Compuerta).

C_d Coeficiente de descarga de la Compuerta. Se evalúa este coeficiente según las indicaciones de Sotelo Ávila, G., 1999, Hidráulica General. Vol. 1, Ed. Limusa, S.A.

4.4.11. CÁLCULO DE BOMBEO

Cálculo de la altura manométrica del bombeo: La altura manométrica del bombeo se obtiene mediante la suma de la altura geométrica y la pérdida de carga en la impulsión:

$$H_m = H_{geo} + \Delta H_i$$

donde:

H_{geo}: Altura geométrica

ΔH_i Pérdida de carga en la impulsión

a. Altura geométrica (H_{geo}):

Con la cota de vertido y las alturas máxima y mínima de agua en el pozo de bombeo se obtienen las alturas geométricas:

Altura geométrica mínima (H_{geo,min})

Altura geométrica máxima (H_{geo,max})

b. Pérdida de carga en la tubería de impulsión (ΔH_i)

La pérdida de carga en una tubería viene dada por la siguiente expresión:

En donde el primer término representa las pérdidas de carga debidas a la rugosidad de la propia tubería, y el sumatorio las debidas a los diversos accidentes en la impulsión.:

$$\Delta H_i = f \cdot j \cdot L + \sum_1^n f_i \cdot \frac{v^2}{2g}$$

L: longitud de la tubería (km)

j: pérdida de carga en la tubería (m/km)

f: coeficiente de uso (adimensional)

f_i: coeficiente de pérdida de carga de la singularidad

v: velocidad del fluido (m/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

Con la altura manométrica máxima y el caudal requerido se elige la bomba.

4.5 CONCLUSIONES

En función de los cálculos que se anejan, los puntos singulares de la línea piezométrica se resumen a continuación.

E.D.A.R. considerando el estado actual a Q_{max} :

ELEMENTOS DEL PROCESO		PERDIDA DE CARGA	COTA DE AGUA
Arqueta de llegada	m		-2,43
Pozo de gruesos y desbaste	m	0,02	-2,45
Agua bombeada	m	-	1,94
Agua en canal de tamizado	m	0,06	1,88
Agua en canal desarenado	m	0,04	1,84
Cota de agua aguas abajo del vertedero del desarenador	m	0,25	1,59
Arqueta de alivio	m	0,08	1,51
Tanque de tormentas	m	0,17	1,34
Reparto a biológico		0,29	1,22
Cota aguas abajo del vertedero de la arqueta	m	0,11	1,11
Reactor biológico	m	0,13	0,98
Decantador Secundario	m	0,19	0,79
Arqueta de salida de agua tratada	m	0,17	0,62
Cota de agua aguas abajo del vertedero de la arqueta	m	0,11	0,51
Cota de agua en vertido	m	0,03	0,48

4.6 CÁLCULO DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA E.D.A.R.

Se incluyen a continuación los cálculos hidráulicos correspondientes a la línea de agua de la E.D.A.R. No se incluyen cálculos de la línea de fangos ya que es una línea que funciona por bombeo.

E.D.A.R. ROBLLEDILLO DE LA JARA

LINEA PIEZOMETRICA

1.-DATOS DE PARTIDA

	Actual		Futuro	
	Q Max.	Q Medio	Q Max.	Q Medio
Caudal en colectores (m³/s)	0,0418	0,0034	0,0628	0,0055
Caudal en pretratamiento (m³/s)	0,0102	0,0034	0,0165	0,0055
Caudal en Biológico (m³/s)	0,008	0,003	0,013	0,006
Caudal en tanque de tormentas (m³/s)	0,010	0,000	0,017	0,000
fs para conducciones a presión (mm)	77	77	77	77
Cota del terreno definitivo	974,00	974,00	974,00	974,00
Cota relativa del terreno definitivo	0,00	0,00	0,00	0,00

2.-FÓRMULAS UTILIZADAS

CARGA HIDRÁULICA CONSUMIDA

a) En conducciones gravedad:

n(coef. rugosidad)
Pérdida

$$J = \left(\frac{n \times V}{R^{2/3}} \right)^2 \text{ mm}$$

b) En conducciones a presión

La pérdida de carga continua se calcula por la formula de Darcy, cuya expresión general es:

$$J = f \times \left(\frac{L}{D} \right) \times \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

En la que "f" es el coeficiente de pérdida de carga deducido de la expresión de Colebrook:

$$\left(\frac{1}{f^{1/2}} \right) = 2 \log \left[\left(\frac{K}{3,71D} \right) + \left(\frac{2,51}{\text{Re}(f)^{1/2}} \right) \right]$$

de la que se obtiene por el método de aproximaciones sucesivas, el valor de f

c) Pérdidas localizadas

$$H = \frac{K \times V^2}{2g}$$

3.-CONDUCCION A POZO DE GRUESOS

	Actual		Futuro	
	Q Max.	Q Medio	Q Max.	Q Medio
Cota de la rasante de la conduccion en pozo de acometida (m)	971,44	971,44	971,44	971,44
Distancia entre pozo de acometida y pozo de gruesos (m)	5	5	5	5
Cota de la rasante de la conduccion en pozo de gruesos (m)	971,415	971,415	971,415	971,415
	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58
Cota del agua en arqueta de llegada (m)	971,57	971,46	971,61	971,47
Cota del agua en arqueta de llegada en relativas (m)	-2,43	-2,54	-2,39	-2,53

Vertedero de alivio en entrada

Cota maxima en pozo de gruesos (m)	-0,35	-0,40	-0,34	-0,40
Caudal a aliviar maximo (m³/s)	0,03	0,00	0,05	0,00
Longitud del vertedero (m)	1,70	1,70	1,70	1,70
Lamina de agua sobre vertedero(m)	0,05	0,00	0,06	0,00
Cota del vertedero de hormigon (m)	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40
Cota de coronacion del pozo de gruesos (m)	0,20	0,20	0,20	0,20
Resguardo de vertedero (perdidas tamiz)	0,50	0,50	0,50	0,50
Cota aguas abajo del vertedero (m)	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90

4.- POZO GRUESOS Y BOMBEO DE AGUA BRUTA

Actual		Futuro	
Q Max.	Q Medio	Q Max.	Q Medio

Entrada a pozo de gruesos

Caudal de entrada (m³/s)	0,042	0,003	0,063	0,006
Diametro de la conduccion (m)	0,4	0,4	0,4	0,4
Seccion de paso (m²)	0,13	0,13	0,13	0,13
Velocidad de paso (m²)	0,33	0,03	0,50	0,04
Perdida de carga en compuerta (m)	0,01	0,00	0,03	0,00
Cota de agua en pozo de gruesos (m)	-2,45	-2,54	-2,43	-2,53

Desbaste de proteccion del bombeo

Nº de líneas	1,00	1,00	1,00	1,00
Ancho del canal (m)	1,00	1,00	1,00	1,00
Calado aguas arriba desbaste (m)	0,79	0,70	0,81	0,71
	0,79	0,70	0,81	0,71
Atascamiento(%)	30,00	30,00	30,00	30,00
Velocidad de aproximacion (m/s)	0,05	0,00	0,08	0,01
f1	1,43	1,43	1,43	1,43
f2	1,00	1,00	2,00	1,00
Espesor de barrotes (mm)	12,00	12,00	12,00	12,00
Separacion entre barrotes (mm)	50,00	50,00	50,00	50,00
e/(e+d)	0,81	0,81	0,81	0,81
f3	15,00	15,00	15,00	15,00
Perdida de carga en desbaste (m)	0,00	0,00	0,01	0,00
Cota aguas abajo desbaste (m)	-2,45	-2,54	-2,44	-2,53
Cota de solera canal (m)	-3,24	-3,24	-3,24	-3,24

Bombeo de agua bruta

Nº de bombas en servicio	3,00	3,00	4,00	4,00
Caudal unitario (m³/s.)	0,0042	0,0042	0,0042	0,0042
Diámetro de la impulsión individual (m.)	0,08	0,08	0,08	0,08
Superficie de la conducción (m²)	0,01	0,01	0,01	0,01
Velocidad en la conducción individual (m./s.)	0,83	0,83	0,83	0,83
Pérdida de carga en m./km.	21,35	21,35	21,35	21,35
Nº de codos a 90º	2,00	2,00	2,00	2,00
Nº de válvulas de compuerta	0,00	0,00	0,00	0,00
Longitud del tramo individual (m.)	4,00	4,00	4,00	4,00
Pérdida de carga en tramo individual (m.)	0,11	0,11	0,11	0,11
Pérdidas en descarga (m.)	0,05	0,05	0,05	0,05
Altura geométrica (m.)	4,39	1,85	2,03	1,88
Cota de llegada del agua bruta después del bombeo (m.)	1,94	1,85	2,03	1,88
Altura manométrica necesaria (m.)	4,54	2,01	2,19	2,04

5.- PRETRATAMIENTO Y ALIVIO CAUDALES

Actual		Futuro	
Q Max.	Q Medio	Q Max.	Q Medio

Desbaste fino

Nº de líneas	1,00	1,00	1,00	1,00
Ancho del canal (m)	0,40	0,40	0,40	0,40
Calado aguas arriba desbaste fino (m)	0,21	0,12	0,30	0,15
	0,21	0,12	0,30	0,15
Atascamiento (%)	30,00	30,00	30,00	30,00
Velocidad de aproximación (m/s)	0,12	0,07	0,14	0,10
f1	1,43	1,43	1,43	1,43
f2	1,00	1,00	1,00	1,00
Espesor de malla (mm)	3,00	3,00	3,00	3,00
Separacion de malla (mm)	3,00	3,00	3,00	3,00
e/(e+d)	0,50	0,50	0,50	0,50
f3	50,00	50,00	50,00	50,00
Pérdida de carga en tamiz de finos (m)	0,06	0,02	0,07	0,03
Cota aguas abajo desbaste finos (m)	1,88	1,83	1,96	1,84
Cota de solera canal de finos (m)	1,73	1,73	1,73	1,73
Calado aguas abajo desbaste fino (m)	0,15	0,10	0,23	0,11

Desarenado-Desengrase

Entrada a desarenado	Compuerta		Compuerta	
Nº de líneas	1,00	1,00	1,00	1,00
Caudal por línea (m³/s)	0,01	0,00	0,02	0,01
Diametro de entrada (m)	0,15	0,15	0,15	0,15
Seccion de paso (m²)	0,02	0,02	0,02	0,02
Velocidad de paso (m/s)	0,58	0,19	0,94	0,31
Pérdida de carga (m)	0,04	0,00	0,12	0,01
Cota de agua en desarenador (m)	1,84	1,83	1,84	1,83
Salida del desarenador	Por vertedero		Por vertedero	
Longitud del vertedero (m)	2,50	2,50	2,50	2,50
Lámina de agua sobre vertedero (m)	0,02	0,01	0,02	0,01
Cota del vertedero de hormigón (m)	1,82	1,82	1,82	1,82
Resguardo de vertedero (m)	0,23	0,31	0,10	0,30
Cota aguas abajo vertedero (m)	1,59	1,51	1,72	1,52

Conduccion a alivio y tanque de tormentas

Caudal máximo en pretratamiento (m³/s)	0,0102	0,0034	0,0165	0,0055
Diametro de la conduccion (m)	0,15	0,15	0,15	0,15
Superficie de la conduccion (m²)	0,02	0,02	0,02	0,02
Velocidad en la conduccion (m/s)	0,58	0,19	0,94	0,31
Nº de codos a 90º y valvulas	2,00	2,00	2,00	2,00
Perdida de carga en codos y valvulas	0,03	0,00	0,09	0,01
Longitud de la conduccion(m)	3,00	3,00	3,00	3,00
Perdida de carga en m/km	4,48	0,50	11,76	1,31
Perdida de carga en conduccion(m)	0,01	0,00	0,04	0,00
Perdida de carga en descarga(m)	0,03	0,00	0,07	0,01
Perdida total de carga (m)	0,08	0,01	0,20	0,02
Cota de agua en arqueta de alivio (m)	1,51	1,50	1,52	1,50

Canal vertedero de entrada a tanque de tormentas

Caudal máximo en pretratamiento (m³/s)	0,010	0,003	0,017	0,006
Caudal máximo en biológico (m³/s)	0,01	0,00	0,01	0,01
Caudal máximo a aliviar con el biológico en marcha (m³/s)	0,00	0,00	0,00	0,00
Caudal máximo a aliviar con el biológico fuera de servicio (m³/s)	0,010	0,003	0,017	0,006
Longitud del vertedero (m)	0,70	0,70	0,70	0,70
Lamina de agua sobre vertedero con el biológico en marcha (m)	0,01	0,00	0,02	0,00
Lamina de agua sobre vertedero con el biológico fuera de servicio (m)	0,04	0,02	0,06	0,03
Cota del vertedero (m)	1,50	1,50	1,50	1,50
Resguardo de vertedero(m)	0,16	0,18	0,15	0,17
Cota aguas abajo vertedero (m)	1,34	1,32	1,35	1,33

6.- TANQUE DE TORMENTAS

Actual		Futuro	
Q Max.	Q Medio	Q Max.	Q Medio

Caudal en tanque de tormentas (m³/s)	0,0102	0,0018	0,0165	0,0040
Cota de agua maxima en decantador (m)	1,34	1,32	1,35	1,33
Salida de agua	Por vertedero		Por vertedero	
Longitud del vertedero	8,60	8,60	8,60	8,60
Distancia entre ejes de vertederos(m)	0,32	0,32	0,32	0,32
Nº de vertederos por canal de vertido	26,00	26,00	26,00	26,00
Caudal por decantador (m³/s)	0,01	0,00	0,02	0,00
Caudal por vertedero (l/s)	0,39	0,07	0,64	0,15
Lamina de agua sobre vertedero(m)	0,04	0,02	0,05	0,03
Cota del vertedero metalico (m)	1,30	1,30	1,30	1,30
Resguardo de vertedero(m)	0,05	0,05	0,05	0,05
Cota aguas abajo vertedero(m)	1,25	1,25	1,25	1,25
Ancho del canal(m)	0,20	0,20	0,20	0,20
Calado del canal maximo(m)	0,10	0,10	0,10	0,10
Velocidad maxima en el canal (m/s)	0,51	0,09	0,83	0,20
Cota de la solera del canal(m)	1,10	1,10	1,10	1,10
Longitud del canal(m)	2,15	2,15	2,15	2,15
Radio hidraulico(m)	0,05	0,05	0,05	0,05
Perdidas en el canal(mm)	1,19	0,04	3,12	0,18
Cota de agua en canal de salida (m)	1,25	1,25	1,25	1,25

7.- REACTOR BIOLOGICO

Actual		Futuro	
Q Max.	Q Medio	Q Max.	Q Medio

Conduccion a biológico

Caudal de entrada (m³/s)	0,008	0,003	0,013	0,006
Nº de líneas	1,00	1,00	1,00	1,00
Caudal de entrada al biológico (m³/s)	0,008	0,003	0,013	0,006
Diametro de la conduccion de entrada a biologico (m)	0,125	0,125	0,125	0,125
Superficie de la conduccion(m²)	0,01	0,01	0,01	0,01
Velocidad en la conduccion (m/s)	0,68	0,28	1,02	0,45
Perdida de carga en valvula de regulación (m)	0,12	0,15	0,10	0,14
Perdida de carga en descarga (m)	0,04	0,01	0,08	0,02
Longitud de la conduccion(m)	15,00	15,00	15,00	15,00
Perdida de carga en m/km	7,97	1,32	17,98	3,46
Perdida de carga en conduccion(m)	0,12	0,02	0,27	0,05
Nº de codos y valvulas	2,00	2,00	2,00	2,00
Perdida de carga en codos y valvulas	0,01	0,00	0,03	0,01
Perdida total de carga(m)	0,29	0,18	0,48	0,21
Cota de agua en reparto a biologico (m)	1,22	1,21	1,22	1,21

Reparto a biologico

Tipo de reparto	Vertedero		Vertedero	
	Nº de líneas		Nº de líneas	
Nº de líneas	2,00	2,00	3,00	3,00
Caudal por linea (m³/s)	0,0042	0,0017	0,0042	0,0018
Longitud de cada vertedero (m)	0,70	0,70	0,70	0,70
Lamina de agua sobre vertedero(m)	0,023	0,012	0,023	0,013
Cota del vertedero (m)	1,20	1,20	1,20	1,20
Resguardo de vertedero	0,09	0,205	0,090	0,201
Cota aguas abajo del vertedero (m)	1,11	1,00	1,11	1,00

Conduccion a cada linea de biologico

Caudal de entrada al biológico (m³/s)	0,004	0,002	0,004	0,002
Diametro de la conduccion de entrada a biologico (m)	0,100	0,100	0,100	0,100
Superficie de la conduccion(m²)	0,01	0,01	0,01	0,01
Velocidad en la conduccion (m/s)	0,53	0,22	0,53	0,23
Perdida de carga en descarga (m)	0,02	0,00	0,02	0,00
Longitud de la conduccion(m)	15,00	15,00	15,00	15,00
Perdida de carga en m/km	6,55	1,08	6,57	1,26
Perdida de carga en conduccion(m)	0,10	0,02	0,10	0,02
Nº de codos y valvulas	3,00	3,00	3,00	3,00
Perdida de carga en codos y valvulas	0,01	0,00	0,01	0,00
Perdida total de carga(m)	0,13	0,02	0,13	0,03
Cota de agua en biologico (m)	0,98	0,98	0,98	0,98

Salida del Reactor biológico

Caudal maximo de recirculacion externa (m³/s)	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031
Caudal de salida del biologico por linea (m³/s)	0,0072	0,0048	0,0072	0,0049
Salida de biologico	Vertedero		Vertedero	
	Nº de líneas		Nº de líneas	
Longitud del vertedero (m)	2,00	2,00	2,00	2,00
Lamina de agua sobre vertedero(m)	0,02	0,01	0,02	0,01
Cota del vertedero (m)	0,96	0,96	0,96	0,96
Resguardo de vertedero(m)	0,12	0,15	0,11	0,14
Cota aguas abajo vertedero(m)	0,84	0,81	0,86	0,82

8.-DECANTACION SECUNDARIA

	Actual		Futuro	
	Q Max.	Q Medio	Q Max.	Q Medio
Nº de decantadores	2,00	2,00	3,00	3,00
Caudal por decantador(m³/s)	0,01	0,00	0,01	0,00
Diametro de la conduccion(m)	0,15	0,15	0,15	0,15
Superficie de la conduccion(m²)	0,02	0,02	0,02	0,02
Velocidad en la conduccion (m/s)	0,41	0,27	0,41	0,28
Perdida de carga en puesta en carga(m)	0,00	0,00	0,00	0,00
Nº de codos a 90º	2,00	2,00	2,00	2,00
Perdida de carga en codos (m)	0,02	0,02	0,04	0,02
Perdida de carga en descarga(m)	0,01	0,01	0,01	0,01
Longitud de la conduccion(m)	5,00	5,00	5,00	5,00
Perdida de carga en m/km.	2,26	0,97	2,26	1,03
Perdida de carga en conduccion(m)	0,01	0,00	0,01	0,01
Perdida total de carga(m)	0,05	0,03	0,06	0,04
Cota de agua en secundarios(m)	0,79	0,78	0,79	0,79
Salida de agua	Por vertedero		Por vertedero	
Diametro del decantador (m)	7,00	7,00	7,00	7,00
Diametro medio del vertedero (m)	7,00	7,00	7,00	7,00
Longitud del vertedero	21,99	21,99	21,99	21,99
Distancia entre ejes de vertederos(m)	0,32	0,32	0,32	0,32
Nº de vertederos por canal de vertido	68,00	68,00	68,00	68,00
Caudal por decantador (m³/s)	0,0042	0,0017	0,0042	0,0018
Caudal por vertedero (l/s)	0,06	0,03	0,06	0,03
Lamina de agua sobre vertedero(m)	0,02	0,01	0,02	0,01
Cota del vertedero metalico (m)	0,77	0,77	0,77	0,77
Altura del vertedero metalico (m)	0,02	0,02	0,02	0,02
Cota del vertedero de hormigón (m)	0,75	0,75	0,75	0,75
Resguardo de vertedero(m)	0,10	0,15	0,12	0,15
Cota aguas abajo vertedero(m)	0,65	0,62	0,65	0,63
Ancho del canal(m)	0,30	0,30	0,30	0,30
Calado del canal maximo(m)	0,18	0,15	0,18	0,15
	0,18	0,15	0,18	0,15
Cota de la solera del canal(m)	0,47	0,47	0,47	0,47
Longitud de medio canal(m)	11,00	11,00	11,00	11,00
Radio hidraulico(m)	0,08	0,08	0,08	0,08
Perdidas en el medio canal(mm)	0,07	0,02	0,07	0,02
Cota de agua en arqueta de salida (m)	0,65	0,62	0,65	0,63

9.- ARQUETA AGUA DECANTADA

Actual		Futuro	
Q Max.	Q Medio	Q Max.	Q Medio

Caudal de cada decantador a salida (m³/s)	0,0042	0,0017	0,0042	0,0018
Diametro de la conduccion(m)	0,15	0,15	0,15	0,15
Superficie de la conduccion(m²)	0,02	0,02	0,02	0,02
Velocidad en la conduccion (m/s)	0,24	0,10	0,24	0,10
Perdida de carga en puesta en carga(m)	0,00	0,00	0,00	0,00
Perdida de carga en descarga(m)	0,00	0,00	0,00	0,00
Longitud de la conduccion(m)	28,00	28,00	28,00	28,00
Perdida de carga en m/km.	0,75	0,12	0,76	0,15
Perdida de carga en conduccion(m)	0,02	0,00	0,02	0,00
Nº de codos y valvulas	5,00	5,00	5,00	5,00
Perdida de carga en codos y valvulas	0,00	0,00	0,00	0,00
Perdida total de carga(m)	0,03	0,01	0,03	0,01
Cota de agua en arqueta	0,62	0,62	0,62	0,62
Caudal de salida (m³/s)	0,00	0,00	0,00	0,00
Longitud del vertedero (m)	2,50	2,50	2,50	2,50
Lamina de agua sobre vertedero(m)	0,01	0,01	0,01	0,01
Cota del vertedero de hormigon (m)	0,61	0,61	0,61	0,61
Resguardo de vertedero(m)	0,10	0,13	0,04	0,13
Cota aguas abajo vertedero(m)	0,51	0,48	0,57	0,49

10- SALIDA DE AGUA TRATADA

Actual		Futuro	
Q Max.	Q Medio	Q Max.	Q Medio

Caudal (m³/s)	0,01	0,00	0,02	0,01
Diametro de la conduccion(m)	0,15	0,15	0,15	0,15
Superficie de la conduccion(m²)	0,02	0,02	0,02	0,02
Velocidad en la conduccion (m/s)	0,58	0,19	0,94	0,31
Perdida de carga en puesta en carga(m)	0,01	0,00	0,02	0,00
Perdida de carga en descarga(m)	0,03	0,00	0,07	0,01
Longitud de la conduccion(m)	50,00	50,00	50,00	50,00
Perdida de carga en m/km.	0,03	0,00	0,07	0,01
Perdida de carga en conduccion(m)	0,00	0,00	0,00	0,00
Perdida total de carga(m)	0,04	0,00	0,09	0,01
Cota de agua en vertido	0,48	0,48	0,48	0,48

11.- BOMBEO DE RECIRCULACION Y DE EXCESO**Purga de fangos**

Cota de agua en decantador secundario (m)	0,79
Caudal de recirculacion por decantador (m³/s)	0,0031
Diametro de la conduccion(m)	0,125
Superficie de la conduccion(m²)	0,01
Velocidad en la conduccion (m/s)	0,25
Perdida de carga en puesta en carga(m)	0,00
Perdida de carga en descarga(m)	0,01
Longitud de la conduccion(m)	10,00
Nº de Mannig para tuberías con fango a 8gr/l	0,018
Perdida de carga en m/km.	2,04
Perdida de carga en conduccion(m)	0,02
Nº de codos a 90º/45º	3,00
Perdida de carga en codos (m)	0,00
Nº de valvulas	1,00
Perdida de carga en codos (m)	0,00
Perdida total de carga(m)	0,03
Cota de agua maxima en bombeo de recirculacion (m)	0,76

Bombeo de recirculacion

Nº de bombas en servicio por cada linea	1,00
Caudal unitario de cada bomba (m³/s)	0,00
Diametro de la impulsión individual(m)	0,080
Superficie de la conduccion(m²)	0,01
Velocidad en la conduccion individual(m/s)	0,61
Perdida de carga en m/km	22,05
Nº de codos a 90º	2,00
Nº de valvulas de compuerta/retencion	2,00
Longitud del tramo individual (m)	4,00
Perdidas localizadas en aspiracion (m)	0,10
Perdida de carga en tramo individual (m)	0,21
Caudal en tramo comun (m³/s)	0,00
Diametro de la impulsión comun(m)	0,08
Superficie de la conduccion(m²)	0,01
Velocidad en la conduccion comun(m/s)	0,61
Perdida de carga en m/km	22,05
Nº de codos a 90º	3,00
Nº de valvulas de compuerta/retencion	0,00
Longitud del tramo comun (m)	20,00
Perdida de puesta en descarga (m)	0,03
Perdida de carga en tramo comun (m)	0,49
Perdida total de carga (m)	0,70
Altura geometrica maxima (m)	0,47
Altura manometrica necesaria (m)	1,16
Cota de agua en biologico (m)	1,22

Bombeo de fangos en exceso a espesador

Nº de bombas en servicio	1,00
Caudal unitario de cada bomba (m³/s)	0,0011
Diametro de la impulsión individual(m)	0,060
Superficie de la conducción(m²)	0,00
Velocidad en la conducción individual(m/s)	0,39
Perdida de carga en m/km	13,53
Nº de codos a 90º	1,00
Nº de valvulas de compuerta/retención	2,00
Longitud del tramo individual (m)	4,00
Perdidas localizadas en aspiración (m)	0,10
Perdida de carga en tramo individual (m)	0,16
Caudal en tramo común (m³/s)	0,0011
Diametro de la impulsión común(m)	0,06
Superficie de la conducción(m²)	0,00
Velocidad en la conducción común(m/s)	0,39
Perdida de carga en m/km	13,53
Nº de codos a 90º	3,00
Nº de valvulas de compuerta/retención	0,00
Longitud del tramo común (m)	20,00
Perdida de puesta en descarga (m)	0,01
Perdida de carga en tramo común (m)	0,29
Perdida total de carga (m)	0,45
Cota superior del espesador (m)	4,00
Altura geometrica maxima (m)	3,24
Altura manometrica necesaria (m)	3,69
Cota de agua en pozo de fangos (m)	0,76

ESTUDIO ECONÓMICO DE EXPLOTACIÓN
ANEXO I. TABLA DE POTENCIAS Y CONSUMOS ELÉCTRICOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
 2. DATOS BÁSICOS
 3. ESTRUCTURA DE COSTES
 4. COSTES DE PERSONAL
 5. COSTES DE MANTENIMIENTO
 6. ADMINISTRACIÓN Y TRANSPORTES
 7. CONTROL DEL PROCESO - ANÁLISIS
 8. COSTES ENERGÍA ELÉCTRICA
 9. REACTIVOS
 10. TRANSPORTE Y VERTIDO DE RESIDUOS
 11. RESUMEN DE COSTES FIJOS Y VARIABLES
- ANEXO I. TABLA DE POTENCIAS Y CONSUMOS ELÉCTRICOS

1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente estudio es la determinación razonada de los costos de puesta en servicio, explotación, conservación y mantenimiento de las instalaciones diseñadas para la planta depuradora de Robledillo de la Jara.

El presente anejo recoge, en primer lugar los datos básicos que han servido para el diseño de la E.D.A.R. . A continuación se definen las estructuras de los costes, para, posteriormente, pormenorizar sobre los mismos.

Por último, se establecerán las distintas opciones en función de los regímenes de funcionamiento a los que estará sometida.

2 DATOS BÁSICOS

El estudio se realiza sobre la hipótesis de diseño, considerando que desde el primer momento la E.D.A.R. va a recibir los caudales y las contaminaciones previstas en el Pliego de Bases, para obtener al final del estudio un coste de la explotación anual.

Caudales

Caudal medio (m³/h)	293,76
Caudal máximo en colectores (m³/h)	150,65
Caudal máximo en pretratamiento (m³/h)	881,28
Coefficiente punta	3,00
Cudal máximo en biológico (m³/h)	30,13

Contaminación

D.B.O.5 media (mg/l)	221,00
S.S.T. media (mg/l)	276,80
N.T.K. media (mg/l)	41,00
P-P total (mg/l)	7,00

Resultados previstos

-D.B.O.5 (mg/l)	25,00
-S.S.T. (mg/l)	35,00
-DQO (mg/l)	125,00
-N-N Total (mg/l) (A 14°C)	15,00
-P-Ptotal (mg/l)	2,00

Características del fango

-Sequedad fango espesado (% M.S.)	>3
-Porcentaje de solidos remanente (%)	<55

3	ESTRUCTURA DE COSTES
---	-----------------------------

Las labores de Explotación, Mantenimiento y Conservación de las instalaciones y equipos que componen una E.D.A.R. Originan unos gastos que por su naturaleza pueden clasificarse en Costes Fijos y Costes Variables.

3.1	COSTES FIJOS
-----	---------------------

Los costes fijos son independientes del volumen de agua tratada, es decir, son gastos que van a producirse desde el instante en que se ponga la Depuradora en servicio y a lo largo de su vida útil de forma continua y constante.

- Personal.
- Energía (término de potencia).
- Mantenimiento.
- Conservación.
- Seguridad y Salud.
- Formación.
- Varios.

3.2	COSTES VARIABLES
-----	-------------------------

Los costes que dependen única y exclusivamente de las características cuantitativas y cualitativas del agua residual, aunque se reflejan en función del volumen del agua tratada, al considerar contaminaciones medias, son los siguientes:

- Energía eléctrica.
- Reactivos químicos
- Evacuación de residuos.

4	COSTES DE PERSONAL
---	---------------------------

Por su montante económico y por ser el mejor recurso disponible, es necesario prestarle una atención especial, dimensionándolo adecuadamente.

Como en toda actividad industrial el factor humano es el más complejo tanto por su potencialidad como por su capacidad de reacción.

En el caso de esta E.D.A.R. hemos dividido al personal en dos grupos: Dirección, Mantenimiento y Explotación.

La Dirección se encargará de establecer las directrices básicas para lograr alcanzar unos resultados óptimos en función de los medios disponibles garantizando en todo momento, como listón mínimo, los exigidos por la legislación.

El mantenimiento ejecutará las actividades propias de su campo en todas las vertientes posibles: Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Modificado y Mantenimiento Energético y Ambiental.

El personal de Explotación atenderá a las labores diarias, y será el responsable de verificar y comprobar que las instalaciones funcionan correctamente y el proceso se desarrolla según las directrices de la Dirección y con los parámetros establecidos, disponiendo por conocimientos y preparación, la capacidad suficiente para adoptar las medidas correctoras puntuales que requiera la E.D.A.R. hasta que se emitan las órdenes oportunas.

Con el personal que se detalla a continuación se puede afirmar que en todo momento se va a disponer del recurso humano suficiente y necesario para asegurar una calidad de servicio que, junto a los equipos que componen las instalaciones, permitirá alcanzar, como mínimo, los resultados exigidos por el Pliego.

4.1.	DIRECCIÓN
-------------	------------------

La dirección en la explotación, mantenimiento y conservación de la EDAR requiere que la persona encargada de la misma disponga de unos conocimientos profundos en una amplia gama de campos del conocimiento humano tan dispares como: Ingeniería Sanitaria Hidráulica, Biología, Química, Seguridad e Higiene, Mantenimiento Industrial, etc.

Al frente de la misma un técnico con experiencia en el campo del tratamiento de las aguas, permitirá asegurar que se emitirán las órdenes oportunas en función de la marcha del proceso.

Será el máximo responsable a todos los niveles dentro del ámbito de las instalaciones de EDAR y sus funciones, entre otras, serán:

- 1) Responsable único y directo ante la Administración.
- 2) Dirigirá y supervisará el Mantenimiento y la Conservación, tanto en su elaboración como en su ejecución.
- 3) Organizará, planificará y fiscalizará el Almacén de Repuestos y la Gestión de Stock.
- 4) Organizará, planificará y fiscalizará el sistema de compras y Suministros.
- 5) Supervisará los parámetros del proceso, a fin de obtener los rendimientos óptimos de las instalaciones.
- 6) Organizará, planificará y fiscalizará el Parque Móvil.
- 7) Estudiará, propondrá y dirigirá las mejoras e inconvenientes a introducir en las labores de Explotación,
- 8) Solucionará, con el personal a su cargo, todas las averías o anomalías que puedan surgir.
- 9) Establecerá las normas a seguir en política de personal.
- 10) Cuidará del estricto cumplimiento de las normas de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- 11) Elaborará, supervisará y cuidará del estricto cumplimiento de las normas internas de Seguridad e Higiene para
- 12) Supervisará los análisis necesarios para determinar los parámetros de funcionamiento.
- 13) Dirigirá y supervisará los análisis y estudios necesarios para establecer y controlar la calidad del agua tratada.
- 14) Realizará todos los informes que la Administración estime oportunos y con periodicidad determinada.

La jornada laboral será de lunes a viernes y se adaptará a las necesidades dictadas por los Servicios Técnicos de la Administración con jornada continua o partida y siempre sobre la base de las cuarenta horas semanales, o las que en el futuro puedan establecer Reglamentos o Leyes Laborales de obligado cumplimiento.

4.2.	MANTENIMIENTO
-------------	----------------------

Las tendencias actuales de Mantenimiento aconsejan disponer de un reducido grupo de personas cualificadas capaces de acometer una parte de las tareas propias del Mantenimiento Preventivo y de parte del Mantenimiento Correctivo y Modificativo y de dirigir y controlar las operaciones de Mantenimiento Correctivo, Preventivo, Predictivo, Modificativo, Energético y Ambiental.

En una EDAR de características como la que nos ocupa, el mantenimiento se divide en Mecánico, Eléctrico y Conservación.

El Mantenimiento Mecánico atenderá a las incidencias propias de su nombre de las instalaciones y equipos que la componen. La gran variedad de los equipos, las condiciones de trabajo y las materias tratadas en los procesos, requieren una preparación especializada que puede ser realizada por oficiales de primera y segunda electromecánicos.

La jornada laboral se desarrollará en jornada partida o turnos de mañana y tarde, de lunes a viernes, adaptándose a las necesidades dictadas por el Jefe de Planta negociadas con los representantes legales de los o las que futuramente puedan establecer Reglamentos o Leyes Laborales de obligado cumplimiento.

El Mantenimiento Electromecánico atenderá a las incidencias no solo eléctricas sino de instrumentos. Evaluando la tipología y tiempo de las operaciones de reparación que pueden plantearse, y teniendo en cuenta la preparación del personal propuesto, se delegan en el propio personal de explotación, apoyado por el propio personal de mantenimiento.

El servicio de conservación se encarga de la pequeña reforma de Obra Civil y de la pintura de las instalaciones.

El Mantenimiento de instalaciones industriales (entre las que se incluyen las EDAR) es una ciencia que requiere una correcta aplicación y utilización para lograr los beneficios esperados.

4.2.1.	DEFINICIÓN
--------	-------------------

4.2.1.1.	MANTENIMIENTO
----------	----------------------

El Mantenimiento es el conjunto de técnicas y sistemas que busca, mediante revisiones, engrases y operaciones eficaces prever las averías y proceder en caso de aparición, a una rápida reparación con la mínima incidencia en el proceso productivo y la El objeto del Mantenimiento es conseguir la máxima fiabilidad con el mínimo coste. Para lograr alcanzar los resultados esperados, el Mantenimiento ha de ser Integral, y estar compuesto por:

- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Modificativo.
- Mantenimiento Energético y Ambiental.

4.2.1.2.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
----------	---------------------------------

Es la parte del M.I. (Mantenimiento Integral) que consiste en la reparación de un equipo o pieza, objeto de una anomalía imprevista o no programada.

4.2.1.3.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
----------	---------------------------------

Es la parte del M.I. que consiste en la reducción y eliminación de las averías o anomalías imprevistas, anticipándose a las mismas.

4.2.1.4.	MANTENIMIENTO MODIFICATIVO
----------	-----------------------------------

Es la parte del M.I. que consiste en las actividades de mantenimiento que tienden a la modificación de las causas que producen las averías en ciertas máquinas con cierta frecuencia.

4.2.1.5.	MANTENIMIENTO ENERGÉTICO Y AMBIENTAL
----------	---

Es la parte del M.I. que consiste en la reducción de los consumos energéticos de los procesos industriales y la protección del medio ambiente frente a las agresiones de los propios procesos.

4.3.	EXPLOTACIÓN
------	--------------------

El personal operador encargado de la explotación de la EDAR es pieza fundamental para lograr el objetivo de unos rendimientos mínimos con la mayor calidad posible al menor costo.

Este personal deberá de disponer desde un principio de conocimientos suficientes para asegurar un mínimo de calidad en las labores de explotación. No obstante, y dado que la actividad de explotación de la EDAR es reciente en nuestro país, conviene ampliar la formación del personal operador con cursillo no sólo de Ingeniería Sanitaria y de la propia Planta, sino sobre Mantenimiento y especialmente sobre Normativa de Seguridad e Higiene centrada en EDAR.

Todos ellos podrán, sin duda, desempeñar totalmente las labores de Explotación así como las de Mantenimiento.

A continuación se desarrollará la forma de llevar a cabo la Explotación, definiendo las tareas básicas y el personal asignado a las mismas.

Se terminará recogiendo las posibles anomalías, causas que las motivan así como diferentes modos de actuación correctora.

4.3.1.	FORMA DE LLEVAR A CABO LA EXPLOTACIÓN
--------	--

La Explotación de una EDAR está formada por una serie de actividades que forman un círculo cerrado, y en el que intervienen, de forma directa o indirecta, todos los colectivos.

Al tratarse de un círculo, no existe ni principio ni fin, no obstante, para poder exponer razonablemente la forma de llevar a cabo a explotación conviene seccionar las distintas partes del círculo y examinar una a una, empezando por la que consideramos mas Las partes del círculo son: Planificación, Ejecución y Control.

4.3.2. PLANIFICACIÓN

Esta tarea es responsabilidad del Jefe de Puesta en Marcha. Dispondrá, para establecer la planificación, de una serie de información fija y variable.

La información fija estará representada por las características de los equipos e instalaciones que componen la EDAR, de los que conocerá su nivel de prestaciones. Con ello podrá determinar la flexibilidad de que dispone en zonas parciales y en la totalidad

La información variable la recibe a través de tres fuentes distintas, dos de ellas son las que forman la parte de Control de la Explotación: Partes del Personal y los certificados de análisis del Laboratorio y la tercera fuente son los Partes de Actividades

Con la información disponible el Jefe de Puesta en Marcha elaborará las actividades a desarrollar por Explotación. Dichas actividades las dividirá en Básicas y Funcionales.

Las actividades Básicas son aquellas que con carácter general se desarrollarán de forma continua y periódica por los turnos y que se recogen en el apartado de Ejecución.

Las actividades Funcionales son aquellas que se emiten en función de las distintas alteraciones a que se ven sometidas las instalaciones y que van desde las cualitativas y cuantitativas del agua bruta hasta las producidas por el Mantenimiento

4.3.3. EJECUCIÓN

La ejecución de las Actividades tanto Básicas como Funcionales serán efectuadas por los operarios. Al frente de estos operadores se encuentra un Jefe de Mantenimiento.

A tenor de lo expuesto en el anterior apartado, se recogen a continuación las actividades básicas para dicho personal.

JEFE DE MANTENIMIENTO:

- Detectar y manifestar las deficiencias en cuanto a anomalías de los diferentes equipos.
- Detectar y manifestar las deficiencias en cuanto a Seguridad e Higiene.
- Detectar y manifestar las deficiencias en cuanto a limpieza de instalaciones.
- Controlar los consumos energéticos totales y parciales.
- Controlar y anotar los consumos diarios de agua y reactivos.

PERSONAL DE EXPLOTACIÓN:

- Revisar periódicamente los equipos en funcionamiento.
- Actuar sobre elementos del proceso que precisen accionamiento manual.
- Conservación de instalaciones definidas bajo su responsabilidad.
- Toma de muestras, control de caudales, dosificación de reactivos, temperaturas, consumos eléctricos, etc...

4.3.4. CONTROL

El control se lleva a cabo en dos vertientes: Proceso y Analítica (Laboratorio externo).

El personal de Explotación elaborará diariamente unos partes donde se recogerá las actividades desarrolladas y las incidencias más notables, a fin de suministrar diariamente un control e información suficiente para conocer el estado físico de las

El Parte General recoge los datos y parámetros controlados diariamente, es único para el día y su inspección permite conocer el proceso y sus parámetros, así como el de los equipos más importantes.

El control analítico será realizado por un Laboratorio externo, que a tenor de la marcha del proceso efectuará aquellos análisis que la Jefatura de Puesta en Marcha considere necesarios.

Los parámetros a analizar variarán en función de la marcha del proceso, y por consiguiente los certificados de análisis del Laboratorio externo.

4.4.	RESUMEN
------	----------------

En función de lo expuesto anteriormente y a modo de resumen, el personal que se dispondrá para atender la explotación de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Robledillo de la Jara, será el siguiente:

GASTOS DE PERSONAL

PERSONAL DE DIRECCIÓN Y CONTROL
--

Se considera: Un jefe de planta y un analista de laboratorio con la dedicación indicada

Nº	Categoría Laboral	Coste Empresa	% Dedicación	Coste Total
1	Jefe de Planta (Técnico Medio)	33.208	5,00%	1.660,40 €
1	Analista	25.000	5,00%	1.250,00 €
2	TOTAL			2.910,40 €

PERSONAL DE EXPLOTACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN
--

Se consideran dos oficiales, uno mecánico y uno eléctrico con la dedicación indicada

Nº	Categoría Laboral	Coste Empresa	% Dedicación	Coste Total
1	Jefe de mantenimiento (Oficial de 1º)	25.000	50,00%	12.500,00 €
2	Operadores (Oficial de 2º)	18.000	50,00%	18.000,00 €
3	TOTAL			30.500,00 €

TOTAL PERSONAL	TOTAL 33.410,40
-----------------------	------------------------

OTROS COSTES DE PERSONAL

Nº	Concepto	Coste Unitario	% Dedicación	Coste Total
1	Seguridad y Salud. Protecciones individuales	500	5,00%	25,00 €
2	Seguridad y Salud. Protecciones individuales	500	50,00%	500,00 €
1	Vestuario	180	5,00%	9,00 €
2	Vestuario	180	50,00%	180,00 €
TOTAL				714,00 €

TOTAL PERSONAL	34.124,40 €
-----------------------	--------------------

5	COSTES DE MANTENIMIENTO
---	--------------------------------

Una evaluación correcta de los costes de mantenimiento permitirán asegurar un aprovechamiento óptimo de los recursos

Los costes vendrán generados por los distintos mantenimientos aplicados: Preventivo (dentro del que se incluyen los costes de mantenimientos especializados externos), Correctivo, Modificativo y el Energético y Ambiental.

Concepto	Inversión inicial	Estado	Coef.*	Total Pruebas
Obra civil	548.000	Bueno	0,10%	548,00 €
Equipos mecánicos	435.000	Bueno	1,00%	4.350,00 €
Equipos eléctricos	178.000	Bueno	1,00%	1.780,00 €
Pintura		Bueno		500,00 €
Jardinería		Bueno		600,00 €

TOTAL MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN	7.778,00 €
---	-------------------

(*) El coeficiente del coste del mantenimiento sobre el total de la inversión está comprendido dentro de los parámetros esperados en instalaciones industriales de similares características.

6

ADMINISTRACIÓN Y TRANSPORTES

Incluye los gastos de primera instalación (equipo informático, taquillas, muebles de oficina, etc.), gastos de administración, comunicaciones, vehículos, seguros y otros.

ADMINISTRACIÓN

<i>Concepto</i>	<i>Unidades</i>	<i>Coste Unitario mensual</i>	<i>% Dedicacion</i>	<i>Total</i>
Material de oficina	12	50,00	5,00%	30,00 €
Teléfono Fijo	6	50,00	5,00%	15,00 €
Teléfono Móvil	12	90,00	5,00%	54,00 €
Mensajería y Correo	12	50,00	5,00%	30,00 €
Mantenimiento Equipos inform	12	100,00	5,00%	60,00 €
Limpieza	12	100,00	5,00%	60,00 €
TOTAL OFICINA				249,00 €

TRANSPORTES

<i>EQUIPOS</i>	<i>Nº</i>	<i>Coste Unitario mensual</i>	<i>% Dedicacion</i>	<i>Total</i>
Furgonetas C15 o similar	2	400,00	5,00%	480,00 €
Combustibles	2	150,00	5,00%	180,00 €
Varios km.	2	100,00	5,00%	120,00 €
TOTAL TRANSPORTES				780,00 €

TOTAL ADMINISTRACIÓN Y TRANSPORTES**1.029,00 €**

7

CONTROL DEL PROCESO - ANÁLISIS

<i>Concepto</i>	<i>Nº</i>	<i>Coste Unitario</i>	<i>Coste Total</i>
Fungibles de laboratorio	12	80,00	960,00 €
TOTAL UTILIZACIÓN LABORATORIO			960,00 €

TOTAL CONTROL Y ANÁLISIS**960,00 €**

Es una partida muy importante dentro de los costes variables, su minimización en el estudio económico, dentro de una racionalización del mismo, servirá como objetivo a cumplir.

8.1. CÁLCULO DEL COSTE DE LA ENERGÍA

El costo originado por los consumos de energía eléctrica se divide en dos partidas perfectamente diferenciadas que son :

- TÉRMINO DE POTENCIA
- TÉRMINO DE ENERGÍA

Mas un complemento sobre la energía reactiva.

8.2. TÉRMINO DE POTENCIA

El término de potencia depende de la potencia eléctrica contratada, no de los consumos, es por lo tanto un costo fijo a cargar a la explotación.

- Potencia instalada en Kw x precio del término de potencia x nº de meses

<u>Término de Potencia . Energía Eléctrica</u>		
<i>Tensión acometida (<36kV=1; <72,5kV=2)</i>		
<i>Potencia maxima en temporada alta en servicio continuo (Ver Anexo I. Tabla de potencias de consumos eléctricos)</i>	67,29	kW
<i>Potencia Contratada Adoptada (70% de la potencia en servicio)</i>	47	kW
<i>Potencia Contratada Adoptada</i>	47	kW
<i>Factor utilización maxímetro</i>	100,00	%
<i>Cos Ø =</i>	1,00	
<i>Tipo de tarifa</i>	2.1 Media Utilización (< 36 kV)	
<i>Costo kW contratado/mes</i>	4,94	Euros/mes
<i>Costo MesTérmino Potencia</i>	232,89	Euros/mes
<i>Costo AnualTérmino Potencia</i>	2.794,63	Euros/año
<i>Descuento por corrección factor de potencia</i>		
<i>Complemento reactiva</i>	-4,00	%
<i>Total anual sin complemento reactiva</i>	2.794,63	Euros/año
<i>Complemento reactiva</i>	-111,79	Euros/año
<i>Coste total</i>	2.682,84	Euros/año
<i>Impuesto sobre la electricidad (4,864%*1,05113)</i>	137,17	Euros/año
<i>Coste total termino de potencia</i>	2.820,01	Euros/año
TOTAL TÉRMINOS FIJOS DE POTENCIA		2.820,01

8.3.	TÉRMINO DE ENERGÍA
------	---------------------------

Está directamente relacionado con el consumo. Para su cálculo hemos de definir previamente el tipo de discriminación horaria y a partir de esto sacar el precio medio Kw a aplicar sobre los Kwh consumidos.

CONSUMO DE ENERGÍA

Energía eléctrica				
<i>Tipo de tarifa</i>	2	2.1	Media Utilización (< 36 kV)	
<i>Discriminación horaria Tipo:</i>	4			
<i>Energía eléctrica consumida</i>		kwh/día	406,58	
<i>Numero de días al año</i>			364,00	
<i>Energía eléctrica consumida al año</i>			147.994,42	
<i>Energía eléctrica total neta</i>			147.994	kwh/año
Concepto	Horas Valle	Horas LLanas	Horas Punta	TOTALES
Reparto energía %	33,33%	46,67%	20,00%	100,00%
Reparto energía, kwh	49.331	69.064	29.599	147.994
Recuperación de energía, kw	0	0	0	0
Consumo neto, kwh	49.331	69.064	29.599	147.994
Costo Base €/kwh	0,075525	0,075525	0,075525	0
Factor Corrección	0,43	-----	1,00	0
	0	0	0	0
Costo base, €	3.725,72	5.216,06	2.235,46	11.177,24
	0	0	0	0
Cargas, descuentos:				
Discrim. Horaria, €	-1.602,06	0,00	2.235,46	633,40
Factor potencia, €	-149,03	-208,64	-89,42	-447,09
COSTE E. CONSUM.	1.974,63 €	5.007,42 €	4.381,49 €	11.363,55 €

Impuesto sobre la electricidad (4,864%*1,05113)

580,98 € €/año

COSTE E. CONSUM.	0,00	0,00	€/año	11.944,53 €
-------------------------	------	------	-------	-------------

Costo medio del KW, €/kwh 0,080709

Se incluyen los reactivos utilizados en la línea de agua y fangos.

<u>Cloruro ferrico en eliminación de fósforo</u>		
<i>Peso diario de cloruro férrico comercial</i>	kg	11,37
<i>Días de utilización</i>	días	365,00
<i>Costo unitario</i>	Euros/kg	0,18
<i>- Gasto anual:</i>	€/año	746,76 €
TOTAL REACTIVOS		746,76 €

Consumo de agua potable		
<i>Consumo de Polielectrolito en deshidratación</i>	kg/año	0,00
<i>Dilución preparación</i>	gr/l	5,00
<i>Consumo de agua en preparación polielectrolito</i>	m³/año	0,00
<i>Consumo de agua servicios</i>	m³	54,75
<i>Consumo total de agua</i>	m³	54,75
<i>Costo unitario</i>	Euros/m³	1,00
<i>Costo anual</i>	€/año	54,75 €
TOTAL AGUA POTABLE		54,75 €

10 **TRANSPORTE Y VERTIDO DE RESIDUOS**

Caudal de cálculo	m³/día	293,76
-------------------	--------	--------

Transporte de arenas y detritus a vertedero**Arenas**

Producción de arenas (0.04 m³/1.000 m³ de agua)	m³/día	0,01
Capacidad del contenedor	m³	0,75
Nº de toneladas diarias	Tn/día	0,01

Detritus de rejás

Producción de detritus (0.035 m³/1.000 m³ de agua)	m³/día	0,01
Capacidad del contenedor	m³	0,75
Nº de toneladas diarias	Tn/día	0,01
Costo unitario transporte y gestión de arenas y detritus	Euro/Tn	30,00

Costo anual	€/año	240,59 €
-------------	-------	----------

COSTO TRANSPORTE Y GESTION ARENAS Y DETRITUS**240,59 €****Transporte y gestión como residuo peligroso****Grasas**

Producción de grasas (0.01 m³/1.000 m³ de agua)	m³/día	0,0029
Capacidad del contenedor	m³	0,75
Nº de toneladas diarias	Tn/día	0,0029
Costo unitario transporte y gestión de grasas	Euro/Tn	35,00
Costo anual	€/año	37,43 €

COSTO TRANSPORTE Y GESTION GRASAS**37,43 €****Transporte de fangos**

Peso diario MS	kg/d	65,79
Sequedad	%	3,00
Peso diario torta húmeda	t/día	2,19
Nº de días al año	días/año	365,00
Peso en periodo	t	800,50
Densidad	t/m³	1,05
Volumen de fangos	m³	762,39
Costo unitario transporte y gestión de fangos	Euro /m3	15,00
Costo anual	€/año	11.435,78 €

COSTO TRANSPORTE Y GESTION FANGOS**11.435,78 €****TOTAL TRATAMIENTO DE RESIDUOS****11.713,80 €**

COSTOS EN EJECUCIÓN MATERIAL

<u>A) COSTES FIJOS</u>	
PERSONAL	34.124,40 €
MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN	7.778,00 €
ADMINISTRACIÓN Y TRANSPORTES	1.029,00 €
CONTROL DE PROCESOS Y ANÁLISIS	960,00 €
TÉRMINO FIJO DE POTENCIA	2.820,01 €
TOTAL COSTES FIJOS	46.711,41 €

<u>B) COSTES VARIABLES</u>	
AGUA POTABLE	54,75 €
REACTIVOS	746,76 €
TRANSPORTE Y VERTIDO DE RESIDUOS	11.713,80 €
CONSUMO DE ENERGÍA	11.944,53 €
TOTAL COSTES VARIABLES	24.459,84 €

TOTAL COSTES FIJOS+VARIABLES	71.171,25 €
-------------------------------------	--------------------

RESUMEN DE COSTES

		Caudal anual
	m ³ /año	106.929
COSTOS FIJOS	€/año	46.711,41 €
DIAS DE OPERACIÓN	días/año	365
COSTOS FIJOS	€/día	127,98 €
COSTOS VARIABLES	€/año	24.459,84 €
CAUDAL ANUAL	m ³ /año	106.929
COSTOS VARIABLES	€/m ³	0,2287 €
COSTOS TOTALES		71.171,25 €
		€/m³
		0,6656 €

ANEXO I. TABLA DE POTENCIAS Y CONSUMOS ELÉCTRICOS									
CCM EDAR									
	RECEPTORES	Potencia nominal (kW)	Nº de elementos instalados	Nº de elementos servicio	Pot. total instalada (KW)	Pot. total servicio (kW)	Pot. total absorbida (kW)	Horas func.	Consumo diario (kWh)
1	Cuchara bivalva	0,37	1,00	1,00	0,37	0,37	0,30	0,20	0,06
2	Puente grúa cuchara. Elevación	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	2,40	0,20	0,48
3	Puente grúa cuchara. Traslación	0,55	1,00	1,00	0,55	0,55	0,44	0,20	0,09
4	Bombas de agua bruta	1,10	4,00	3,00	4,40	3,30	2,64	4,80	12,67
	Variador de frecuencia	1,10	2,00	2,00					
5	Compuerta motorizada canales desbate	0,37	2,00	2,00	0,74	0,74	0,59		0,00
6	Tamiz de finos	0,37	1,00	1,00	0,37	0,37	0,30	2,00	0,59
7	Tornillo transportador	1,10	1,00	1,00	1,10	1,10	0,88	2,00	1,76
8	Compuerta motorizada desarenador	0,37	1,00	1,00	0,37	0,37	0,30		0,00
9	Puente desarenador	0,18	1,00	1,00	0,18	0,18	0,14	12,00	1,73
10	Soplante desarenador	2,20	2,00	1,00	4,40	2,20	1,76	8,00	14,08
11	Bomba de arenas	0,55	1,00	1,00	0,55	0,55	0,44	4,00	1,76
12	Clasificador de arenas	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	4,00	3,20
13	Separador de grasas	0,37	1,00	1,00	0,37	0,37	0,30	4,00	1,18
14	Bombas de vaciado tanque de tormentas	2,20	2,00	1,00	4,40	2,20	1,76	0,50	0,88
15	Valvula reguladora caudal	0,17	1,00	1,00	0,17	0,17	0,14	24,00	3,26
16	Acelerador de corriente reactor biológico	1,50	2,00	2,00	3,00	3,00	2,40	22,00	52,80
17	Soplantes biologico	4,00	3,00	2,00	12,00	8,00	4,50	24,00	108,12
	Variador de frecuencia	4,00	2,00	2,00					
18	Ventilador sala de soplantes	0,25	2,00	2,00	0,50	0,50	0,40	4,00	1,60
19	Bombas dosificadoras cloruro fèrrico	0,09	3,00	2,00	0,27	0,18	0,14	24,00	3,46
	Variador de frecuencia	0,09	3,00	3,00					
20	Motorreductor decantación secundaria	0,18	2,00	2,00	0,36	0,36	0,29	24,00	6,91
21	Bomba de flotantes decantador 2ºs	2,20	2,00	1,00	4,40	2,20	1,76	2,00	3,52
22	Bombas de recirculacion externa	1,30	3,00	2,00	3,90	2,60	2,08	20,00	41,60
	Variador de frecuencia	1,30	2,00	2,00					
23	Bombas de fangos en exceso	2,20	2,00	1,00	4,40	2,20	1,76	2,00	3,52
24	Espesador de fangos	0,12	1,00	1,00	0,12	0,12	0,10	24,00	2,30
25	Bombeo de fangos a camión	1,50	1,00	1,00	1,50	1,50	1,20	0,50	0,60
26	Bombas de agua de servicios	1,10	2,00	1,00	2,20	1,10	0,88	3,00	2,64
27	Filtro autolimpiante	0,09	1,00	1,00	0,09	0,09	0,07	3,00	0,22
28	Compresor de aire	2,20	1,00	1,00	2,20	2,20	1,76	2,00	3,52
29	Instalacion de desodorizacion	7,50	1,00	1,00	7,50	7,50	6,00	16,00	96,00
30	Varios	2,20	2,00	2,00	4,40	4,40	3,52	2,00	7,04
	Instrumentacion								
I-1	Medidor de PH en agua bruta	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-2	Medidor de temperatura en agua bruta	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-3	Medidor de caudal de agua bruta	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-4	Medidor de caudal de agua pretratada	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-5	Medidor de caudal a biológico	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-6	Medidores de oxigeno	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-7	Medidores de redox	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-8	Medidor de caudal de aire a biológico	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-9	Medidor de caudal recirculacion fangos	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-10	Medidor de caudal fangos en exceso	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-11	Medidor de caudal agua tratada	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-12	Medidor de nivel pozo de bombeo	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	23,00	0,00
I-13	Medidor de nivel en espesador	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-14	Interruptor de nivel tipo boyas	0,00	14,00	14,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-15	Indicadores	0,00	12,00	12,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
	TOTAL PARCIAL CCM				68,81	52,42			375,59

CUADRO DE SERVICIOS Y ALUMBRADO									
RECEPTORES		Potencia instalada (kW)	Nº de elementos instalados	Nº de elementos servicio	Pot. total instalada (KW)	Pot. total servicio (kW)	Pot. total absorbida (kW)	Horas func.	Consumo diario (kW)
1	Cuadro de alumbrado edificio de proceso	10,28	1	1					
	Iluminación interior despacho y aseos	0,072	8,00	8,00	1,04	1,04	0,83	3,00	2,49
	Iluminación interior Sala cuadros	0,072	3,00	3,00	0,39	0,39	0,31	3,00	0,93
	Iluminación interior soplantes	0,072	3,00	3,00	0,39	0,39	0,31	3,00	0,93
	Iluminación interior resto edificio	0,072	18,00	18,00	2,33	2,33	1,87	3,00	5,60
	Climatizador	2,13	1,00	1,00	2,13	2,13	1,70	4,00	6,82
	Tomas de corriente monofásicas	2,00	4,00	4,00	2,00	2,00	1,60	1,00	1,60
	Tomas de corriente trifásicas	2,00	4,00	4,00	2,00	2,00	1,60	1,00	1,60
2	Cuadro alumbrado exterior	4,590	1,00	1,00					
	Iluminación exterior mural	0,250	4,00	4,00	1,80	1,80	1,44	3,00	4,32
	Iluminación exterior báculos	0,250	3,00	3,00	1,35	1,35	1,08	3,00	3,24
	Proyector	0,800	1,00	1,00	1,44	1,44	1,15	3,00	3,46
TOTAL PARCIAL CUADRO SERVICIOS Y ALUMBRADO					14,87	14,87			30,99

ANEXO I. TABLA DE POTENCIAS Y CONSUMOS ELÉCTRICOS RESUMEN TOTAL DE POTENCIAS Y CONSUMOS	Pot. total servicio (kW)	Consumo diario (kW h)
CCM EDAR	52,42	375,59
CUADRO DE SERVICIOS Y ALUMBRADO	14,87	30,99
TOTAL	67,29	406,58

PLAN DE OBRA Y PROGRAMA DE TRABAJOS

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. PLAN DE OBRAS. DIAGRAMA GANTT.....	3

1. INTRODUCCIÓN

En este documento se estima el proceso de ejecución de las instalaciones diseñadas para la E.D.A.R. de Robledillo.

Dado que este proyecto trata sobre el diseño mecánico de la E.D.A.R, la estimación de tiempos que se detalla en este documento se centra en los equipos de depuración.

La programación de las obras se ha realizado mediante una red de precedencias, que tiene su expresión gráfica en un diagrama de barras (Diagrama Gantt), de tal forma que todas y cada una de las actividades disponen de actividades sucesoras y predecesoras.

Para elaborar este plan de obras se ha utilizado el programa Microsoft Office Project 2003. En el diagrama de Gantt detallado más adelante se representa de forma gráfica esta planificación e ilustra la duración y las relaciones de tiempo entre las actividades del proyecto en forma gráfica.

De este diagrama se obtiene la RUTA CRÍTICA, que determinará la duración del proyecto.

Los condicionantes para elaborar este programa de trabajos han sido:

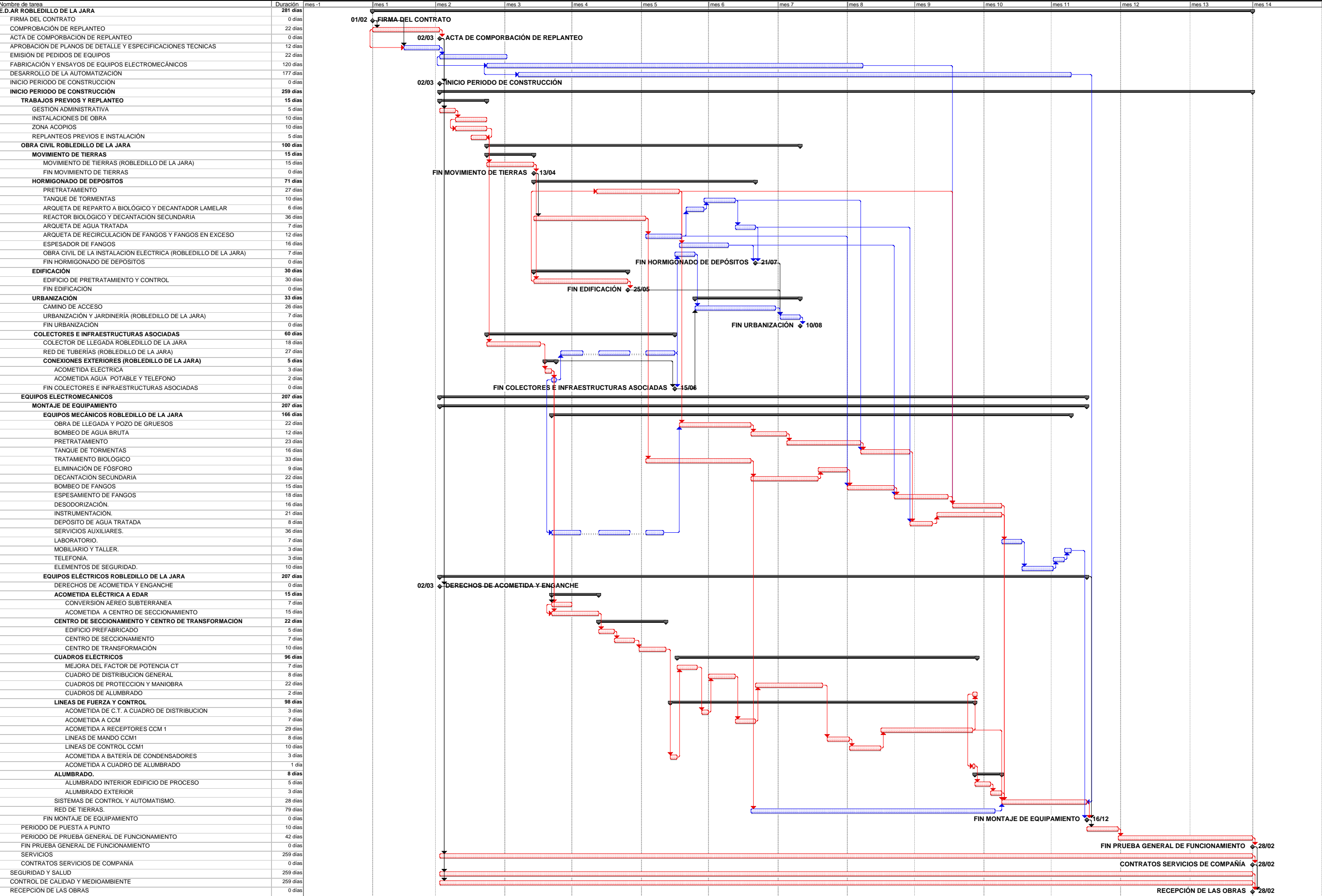
- En el plan de obra propuesto el inicio de la obra se ha previsto de forma asintota, y al solo efecto de la configuración del programa. Así mismo, la unidad de tiempo mínima considerada será el día, de tal manera que la semana tendrá 5 días hábiles y el mes 20.

Estas consideraciones lo son al solo efecto de figurar el inicio de obra previsto en la programación. En su caso esta se ajustara a las fechas reales de todo el proceso.

- Para estimar el montaje de los equipos se ha tenido en cuenta:
 - FORMA DE EJECUTAR EL MONTAJE
 - Tener en cuenta los requisitos y procedimientos de montaje recomendados por el fabricante.
 - Prever la necesidad de maquinaria auxiliar para montaje: grúa, grupo electrógeno, grupo soldadura, etc...
 - Establecer el momento adecuado dentro de la etapa de construcción
 - PENSAR EN LA EXPLOTACIÓN
 - Hay que conocer cómo va a funcionar el equipo tanto en modo manual como automático
 - Pensar también en la interacción que pueda tener con otros en cuanto a funcionamiento integrado en un sistema de control completo
- El montaje de los equipos electromecánicos se ha previsto de manera sucesiva dentro de cada grupo de trabajo, asegurándose, como es lógico, de que su montaje se prevea una vez que la Obra Civil relacionada esté acabada. Los equipos eléctricos o mecánicos que han de ser instalados en el interior del edificio, serán montados una vez que dicho edificio hayan sido terminado.
- Lógicamente, el sistema de control será montado y probado una vez que se hayan completado todas las actividades necesarias para poder poner en funcionamiento el proceso. Por lo tanto, el sistema automático de control se encuentra en el camino crítico de la obra.
- Durante toda la fase de obra, se llevarán a cabo el Plan de Control de Calidad y Plan de Seguridad y Salud de la obra.

Teniendo en cuenta estas premisas el plazo de ejecución de las obras objeto del presente proyecto se estima en TRECE (13) MESES, incluido el período de pruebas de funcionamiento que es de DOS (2) meses.

2. PLAN DE OBRAS. DIAGRAMA GANTT



Página 1 de 1

CARACTERIZACIÓN DE LA OBRA CIVIL

1. OBJETO	2
2. IMPLANTACIÓN	3
2.1 CONSIDERACIONES	3
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	5
3. URBANIZACIÓN.....	7
4. EDIFICIOS.....	8
5. CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL	9
5.1 NORMATIVA	9
5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	9
5.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD	9
5.4 COMBINACIÓN DE ACCIONES	10
5.5 CARGAS SÍSMICAS	11
5.6 FISURACIÓN	11
6. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO	12
6.1 SISTEMA ESTRUCTURAL	12
6.2 ACCIONES DE CÁLCULO	12
6.3 REALIZACIÓN DE CÁLCULOS	12
6.4 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS EFECTUADO POR EL PROGRAMA	12
6.5 PROCESO DE CÁLCULO	14
7. DISEÑO DE DEPÓSITOS	17
7.1 MUROS DE LOS DEPÓSITOS	17
7.2 DEPÓSITOS DE PLANTA RECTANGULAR.....	17
7.3 DEPÓSITOS DE PLANTA CIRCULAR	19

1. OBEJTO

El presente anejo tiene por objeto describir las instalaciones necesarias para garantizar el funcionamiento de la estación depuradora de Robledillo.

Dado que este proyecto se centra en el dimensionamiento mecánico de la E.D.A.R., este documento se limita a la descripción de los requerimientos de las estructuras y edificios a construir.

2. IMPLANTACIÓN

Las instalaciones correspondientes a la nueva EDAR de Robledillo de la Jara se ejecutarán en el espacio previsto para ello que se corresponde con la parcela 172 del polígono 1 del término municipal.

Dicha parcela tiene una superficie aproximada de 3.780 m² y se sitúa al pie de una ladera con pendientes del terreno del orden del 30 %.

Las obras a ejecutar ocuparán únicamente una superficie aproximada de 1.943 m².

La cota de urbanización prevista de la misma es la (+974,00) procediéndose a la ejecución del movimiento de tierras correspondiente (desmonte con zonas de relleno con material procedente de la propia excavación).

Las estructuras a construir son:

- EDIFICIOS
 - Edificio de control y pretratamiento
 - Centro de transformación
- DEPÓSITOS Y TANQUES DE HORMIGÓN
 - Tanque de tormentas
 - Arquetas
 - De reparto a reactor biológico
 - De medida de caudal
 - De agua tratada
 - De recirculación de fangos
 - De bombeo de flotantes
 - Reactores biológicos
 - Decantadores secundarios

2.1 CONSIDERACIONES

- **Distribución:** Las instalaciones de pretratamiento, sala de CCM, control y zona de aseo y vestuario, así como el espesamiento de fangos se ubican en la zona este de la parcela. El resto de las instalaciones se ubican en la zona oeste, separadas ambas zonas mediante una playa que permitirá el acceso a todas las instalaciones, así como la ejecución de todas las maniobras de explotación y mantenimiento que se estimen oportunas.
- **Terreno:** La parcela se sitúa al pie de una ladera con pendientes del terreno del orden del 30 %. La cota de urbanización prevista de la misma es la (+974,00) procediéndose a la ejecución del movimiento de tierras correspondiente (desmonte con zonas de relleno con material procedente de la propia excavación).
- Las instalaciones diseñadas se disponen en planta siguiendo la secuencia lógica del proceso.
- **Desodorización:** Todas las instalaciones que puedan producir malos olores (pretratamiento y espesamiento de fangos) se han reagrupado en la misma zona, previéndose un sistema de extracción y tratamiento del aire mediante un equipo de carbón activo.

- **Previsión de futuras ampliaciones:** Las instalaciones de pretratamiento se han dimensionado para una capacidad de tratamiento 50% mayor que la capacidad actual y en la parcela se ha previsto el espacio necesario para la posibilidad de ampliación en una nueva línea del reactor biológico y decantador secundario.
- **Movimiento de tierras:** Para la excavación de los aparatos y edificios se han adoptado taludes de 1H/1V para alturas no superiores a 2,50 m y de 1,5H/1V para alturas de hasta 5,0 m.

El proceso a seguir para llevar a cabo el movimiento de tierras se resume a continuación.

- Desbroce general de la parcela, eliminando si fuera preciso la capa superficial alterada o de mala calidad.
- Excavación general de la parcela hasta alcanzar la cota de urbanización, prosiguiendo la excavación en las zonas de aparatos que cimentan por debajo de la cota del terreno natural hasta alcanzar la cota de cimentación de cada uno de ellos. A partir de ahí se procederá a la ejecución de las soleras. En el caso de que la cota de urbanización estuviera por encima del terreno natural, se procederá al vaciado en las zonas de aparatos, extendiendo el terraplén una vez concluidos los mismos.
- Ejecución de las diversas fábricas, rellenando el trasdós con material seleccionado procedente de la excavación o de préstamos hasta alcanzar el nivel de urbanización o de cimentación de los edificios o aparatos más superficiales.
- Terraplén con material seleccionado de la excavación o de préstamo hasta alcanzar el nivel de urbanización, cuando sea preciso.

➤ **Cimentaciones:**

Como es habitual en las Estaciones Depuradoras, las estructuras correspondientes a la línea de agua ocupan una gran superficie con alturas de agua entre los 3 y 6 metros, lo que transmite al terreno tensiones del orden de 0.3 a 0.8 Kp/cm², caso de tratarse de cimentación directa.

La parcela de ubicación de la nueva EDAR de Robledillo de la Jara, se ubica sobre materiales de la edad cuaternaria de origen aluvial (fondos de valle y terrazas) y coluviales.

Tanto sobre los suelos coluviales o bien en el caso de que aparezca roca bajo los mismos se puede llevar a cabo una cimentación directa mediante zapatas con una estimación de la tensión admisible del orden de 1,50 Kg/cm² para el caso de apoyo sobre suelos coluviales y de hasta 2,50 – 3,00 Kg/cm² para el caso de apoyo sobre la roca no muy alterada.

En el caso de cimentación con losa se puede considerar un coeficiente de balasto vertical K30 de 6,0 Kg/cm³ para el caso de los suelos coluviales y de hasta 30,0 Kg/cm³ para el caso de apoyo sobre roca algo alterada.

No se ha detectado en ninguna de las parcelas presencia de sulfatos que puedan atacar al hormigón.

Todos los aparatos de ambas depuradoras realizan su cimentación directamente mediante una losa armada.

En los edificios se ha realizado una cimentación por zapatas sobre el terreno natural o sobre terraplén con material de préstamos cuando la plataforma de la EDAR se eleva sobre el terreno natural.

A continuación se muestra una propuesta de implantación:

- El tanque de tormentas es un depósito rectangular de 2,15 m de ancho y 2,80 m de longitud recta. La cimentación del tanque de tormentas se resuelve mediante losa continua apoyada sobre el terreno. El espesor de la losa de cimentación es de 0,40 m, siendo 0,30 m el espesor de los muros.
- El tratamiento biológico y la decantación forman un único aparato de planta circular (2ud), estando el decantador en la zona interior y el reactor biológico en un canal exterior. La solera del canal del reactor biológico es de 0,40 m de espesor y de ella arrancan el muro del decantador y el exterior del reactor ambos de 0,30 m de espesor. La solera de la zona de decantación es de 0,30 m de espesor. Se han previsto las correspondientes juntas separando la estructura central y solera.
- La arqueta de agua tratada está resuelta con una losa de 0,40 m. y muros de 0,30 m. de espesor.

B - Línea de Fangos

La línea de fangos queda constituida por los siguientes elementos:

- Un espesador de 4,00 m. de diámetro y 3,60 metros de altura recta con una cubierta de PRFV que evita la emisión de olores.

3. URBANIZACIÓN.

Camino de acceso

Para acceder a las nuevas instalaciones de la planta diseñada se utilizará el camino de acceso existente “camino del Molino de Villar” indicado en los planos, previéndose su acondicionamiento para que sean compatibles con el uso previsto.

Se proyecta la pavimentación de 780 m de camino a base de extendido de 20 cm de zahorra artificial y 5 cm de MBC.

Viales interiores:

Tal y como se comenta en el punto anterior se ha previsto una playa entre la zona de pretratamiento y espesamiento de fangos y el resto de las operaciones unitarias, que permite el acceso a todas las instalaciones, así como las maniobras de explotación y mantenimiento.

Los viales a construir se han proyectado con un ancho de 5 metros. Se propone un firme de sección s 5 cm. de mezcla bituminosa en caliente, sobre una base de 20 cm. de zahorra artificial y una subbase de 20 cm. de zahorra natural. El cajeado se realiza sobre el terreno. La superficie total de viales a realizar es de 406 m².

El perímetro de los viales se limita con bordillo. Adosado a este bordillo y desde el camino de acceso hasta el edificio de proceso se coloca una acera de 1,20 m de ancho con baldosa hidráulica de 20x20 cm.

Cerramiento:

Se prevé tanto el cerramiento de la totalidad de la parcela, como el cerramiento de la superficie ocupada por las nuevas instalaciones, que estará constituido por zapata corrida de hormigón HM-20 sobre la que se asienta un muro de hormigón HM-20 de 60 cm de altura y 20 cm de espesor que sustenta una valla de 2 metros de altura con malla metálica galvanizada de doble torsión con postes cada 3 m. Se han dispuesto sendas puertas automáticas para acceso peatonal y de vehículos a la planta, de 1,0 y 5,0 m respectivamente.

Jardinería:

A lo largo del cerramiento de la parcela se ha dispuesto un seto pantalla árbol tipo cupressus arizónica, 1-2 m de altura a razón de 2 ud/ml, incluso tierra vegetal y abono.

En las zonas no ocupadas por aparatos y viales, se ha previsto la plantación de césped sobre tierra vegetal con una superficie de ocupación de 783 m². Igualmente se ha previsto la plantación de 6 árboles de 3,0 m de altura. En la zona ajardinada se realizará la correspondiente red de riego.

Red de pluviales:

La red de pluviales está diseñada con tubería de PVC de diámetros 315 mm y con pozos prefabricados de hormigón. Se han dispuesto los necesarios absorbedores.

4. EDIFICIOS.

En la nueva EDAR se hace necesario la construcción de un único edificio, que se ubicará junto a la zona de acceso a la planta.

En dicho edificio se situará la arqueta de llegada de agua, pozo de gruesos, pozo de bombeo, canales de desbaste, contenedores, desarenado-desengrasado, sala de soplantes, clasificador de arenas, concentrador de grasas, sala de CCM, sala de control y zona de aseos y vestuarios.

Edificio	Superficie (m ²)	Altura (m)
Edificio de Proceso	288,00	6,24

Las principales características del edificio son las siguientes:

- Estructura: Pilares y vigas de hormigón armado cimentados sobre zapata corrida y losa de hormigón armado.
- Cubiertas: Forjado de placas prefabricadas alveolares de 30 cm de canto y acabado con cubierta inclinada de teja curva.
- Cerramiento: Fábrica de bloques de hormigón de 0,20 m de espesor. Pintura pétreo tipo Feb-rebetón en paramentos exteriores.
- Solados: Pavimento de uso industrial a base de resinas sintéticas mezcladas con arena de cuarzo. Solado con baldosas de terrazo 40x40 en sala de control y solado con baldosas de gres en zonas de aseo y vestuario.
- Interiores: Tabicón de ladrillo hueco doble. Enfoscado, guarnecido y enlucido, y pintura plástica en paramentos interiores. Alicatado de paredes con azulejo blanco en zona de aseo y vestuario. Ladrillo perforado en sala de soplantes.
- Carpintería: Metálica en puertas correderas, basculantes o plegables. Madera en ventanas exteriores acristaladas con vidrio tipo climalit.
- Distribución propuesta:
 - Zona de bombeo, desbaste y desarenado: 204 m² y 5,75 m de altura libre
 - Zona de soplantes, control y personal: 84 m² y 5,75 m de altura libre

5. CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL

A continuación se establecen las características estructurales que permitan la definición y construcción de los elementos que componen la obra en estudio.

5.1 NORMATIVA

Para el desarrollo de los cálculos estructurales y mecánicos del presente anejo, se han considerado las siguientes normativas:

- EHE-98: “Instrucción de hormigón estructural”
- CTE “Marzo 2006” “Código Técnico de la Edificación”
- EC-3 “Eurocódigo 3”

5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Los materiales utilizados que son de aplicación para las estructuras típicas de la depuradora son:

5.2.1. HORMIGÓN ESTRUCTURAL

- Hormigón de limpieza: HM-12,50/B/40/I
- Resto de estructuras: HA-30/B/20/IIa+Qb de resistencia $f_{ck}=30$ MPa

5.2.2. ACERO

Para el cálculo se utilizarán armaduras pasivas de acero corrugado un acero B500S (de resistencia $f_{yk} = 500$ N/mm²).

5.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD

De acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, el coeficiente de minoración de la resistencia será

Materiales

- Minoración del hormigón $\gamma_C = 1,5$
- Minoración del acero $\gamma_S = 1,15$

Acciones

➤ Estructuras de hormigón:

De acuerdo con la Instrucción EHE, los coeficientes de mayoración de carga y de minoración de resistencias, adoptadas en el cálculo, han sido los siguientes:

- Coeficiente de mayoración de cargas permanentes..... 1,50
- Coeficiente de mayoración de cargas variables y sobrecargas..... 1,60
- Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón..... 1,50
- Coeficiente de minoración de la resistencia del acero..... 1,15
- Correspondiente a un nivel de control normal de ejecución.

➤ Estructuras acero:

Los elementos estructurales metálicos se estudian mediante el CTE (marzo 2006) y el EC-3 (Eurocódigo 3) donde los coeficientes de ponderación serán:

- Coeficiente parcial de seguridad de cargas permanentes..... 1,35
- Coeficiente parcial de seguridad de acciones variables..... 1,50
- Coeficiente parcial relativo a la resistencia última del material utilizado en sección..... 1,10
- Coeficiente parcial relativo a la resistencia última del material en uniones con tornillos en estado límite último..... 1,25

No se tendrán en cuenta coeficientes correctores en las combinaciones por simultaneidad en las acciones variables ($\psi_{0,i}$), penalizando el cálculo.

Minoración de acciones favorables 0,9/1,0.

5.4 COMBINACIÓN DE ACCIONES

Definidas las hipótesis simples básicas que intervienen en un cálculo, y según la norma a aplicar, es necesario comprobar un conjunto de estados, que puede exigir la comprobación de equilibrio, tensiones, rotura, fisuración, deformaciones, etc. Todo ello se resume en el cálculo de unos estados límite, que además pueden ser función del material a utilizar. Para cada uno de esos estados se define un conjunto de combinaciones, comprobando los siguientes estados:

➤ E.L.U. de rotura.

- Hormigón: Dimensionado de secciones.
- Hormigón en cimentaciones: Dimensionado de secciones.
- Acero Laminado y Armado: Dimensionado de secciones.

➤ E.L.S. DE SERVICIO

- Hormigón: Comprobación de deformaciones y fisuración.
- Acero laminado: Comprobación de flechas.
- Tensiones sobre el Terreno: Comprobación de tensiones admisibles en el terreno.

La formulación se resume a continuación:

Situaciones no sísmicas

• **Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q,1} \psi_{p,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \psi_{a,i} Q_{k,i}$$

• **Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{k,i}$$

G_k : Acción permanente

Q_k : Acción variable

γ_G : Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$: Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$: Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento:

($i > 1$) para situaciones no sísmicas

($i \geq 1$) para situaciones sísmicas

$\psi_{p,1}$: Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$: Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento:

($i > 1$) para situaciones no sísmicas

($i \geq 1$) para situaciones sísmicas.

5.5 CARGAS SÍSMICAS

De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, para la zona del proyecto (Comunidad de Madrid) no es necesario considerar los efectos sísmicos .

5.6 FISURACIÓN

Se estudian estructuras sometidas a una clase específica de exposición IV (con cloruros de origen diferente del medio marino) y química agresiva media Qb. De acuerdo con la EHE “Instrucción de hormigón estructural” se comprueba que la máxima abertura de fisura es menor que $W_k=0,1$ mm.

6. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO

6.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

Los edificios incluidos en el presente proyecto consisten en estructuras de hormigón armado o de fábrica de bloque de hormigón diseñados con una estructura de pórticos sometidos a acciones verticales y horizontales.

El edificio de control se modeliza de manera que se constituya un sistema de nudos y barras que se resolverá mediante cálculos matriciales.

El forjado unidireccional es de placa prefabricada alveolar. Los soportes que se han dispuesto de hormigón armado. La cimentación será superficial, mediante losa de cimentación que descansa sobre un lecho de zahorra natural.

6.2 ACCIONES DE CÁLCULO

Se consideran las siguientes cargas actuando sobre la estructura del edificio:

- Peso propio estructuras.
 - Carga permanente.
 - Forjado (y pavimento, tabiquería y falsos techos).
 - Cubierta.
- Sobrecargas.
 - Uso.
 - Nieve.
 - Viento.

6.3 REALIZACIÓN DE CÁLCULOS

Los cálculos se realizan con un programa de cálculo por ordenador. Se siguen los siguientes pasos:

- Modelización de la estructura.
- Entrada de datos en el ordenador.
- Cálculo de la estructura.
- Revisión y adaptación de resultados.

6.4 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS EFECTUADO POR EL PROGRAMA

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas H.A., muros, vigas y forjados un sistema de barras y nudos en sus intersecciones.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del

mismo (diafragma rígido). Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto (3 grados de libertad).

La consideración de diafragma rígido para cada zona independiente de una planta se mantiene aunque se introduzcan vigas, y no forjados, en la planta.

Cuando en una misma planta existan zonas independientes, se considerará cada una de éstas como una parte distinta de cara a la indeformabilidad de esa zona y no se tendrá en cuenta en su conjunto. Por tanto, las plantas se comportarán como planos indeformables independientes. Un pilar no conectado se considera zona independiente.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

6.4.1. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura se discretiza en elementos tipo barra, emparrillados de barras y nudos, y elementos finitos triangulares de la siguiente manera:

- **Pilares.** Son barras verticales entre cada planta, con un nudo en arranque de cimentación o en otro elemento, como una viga o forjado, y en la intersección de cada planta, siendo su eje el de la sección transversal. Se consideran las excentricidades debidas a la variación de dimensiones en altura.

La longitud de la barra es la altura o distancia libre a cara de otros elementos.

- **Vigas.** Se definen en planta fijando nudos en la intersección con las caras de soportes (pilares, pantallas o muros), así como en los puntos de corte con elementos de forjado o con otras vigas. Así se crean nudos en el eje y en los bordes laterales y, análogamente, en las puntas de voladizos y extremos libres o en contacto con otros elementos de los forjados. Por tanto, una viga entre dos pilares está formada por varias barras consecutivas, cuyos nudos son las intersecciones con las barras de forjados. Siempre poseen tres grados de libertad, manteniendo la hipótesis de diafragma rígido entre todos los elementos que se encuentren en contacto. Por ejemplo, una viga continua que se apoya en varios pilares, aunque no tenga forjado, conserva la hipótesis de diafragma rígido. Pueden ser de hormigón armado o metálicas, en perfiles seleccionados de la biblioteca.
- **Simulación de apoyo en muro.** Se definen tres tipos de vigas simulando el apoyo en muro, el cual se discretiza como una serie de apoyos coincidentes con los nudos de la discretización a lo largo del apoyo en muro, al que se le aumenta su rigidez de forma considerable ($\times 100$). Es como una viga continua muy rígida sobre apoyos con tramos de luces cortas. Los tipos de apoyos son:
 - Empotramiento. Desplazamientos y giros impedidos en todas direcciones.
 - Articulación fija. Desplazamientos impedidos con giro libre.
 - Articulación con deslizamiento libre horizontal.

Desplazamiento vertical coartado, con desplazamiento horizontal y giros libres.

Conviene destacar el efecto que estos tipos de apoyos pueden producir en otros elementos de la estructura, ya que al estar impedido el movimiento vertical, todos los elementos estructurales que en ellos se apoyen o se vinculen encontrarán una coacción vertical que impide dicho movimiento. En particular es importante de cara a pilares que, siendo definidos con vinculación exterior, estén en contacto con este tipo de apoyos, de forma que su carga quede suspendida de los mismos, y no se transmita a la cimentación, lo que puede incluso producir valores negativos de las reacciones, que representan el peso del pilar suspendido o parte de la carga suspendida del apoyo en muro.

En el caso particular de articulación fija y con deslizamiento, cuando una viga se encuentra en continuidad o prolongación del eje del apoyo en muro, se produce un efecto de empotramiento por continuidad en la coronación del apoyo en muro, lo cual se puede observar al obtener las leyes de momentos y comprobar que existen momentos negativos en el borde. En la práctica debe verificarse si las condiciones reales de la obra reflejan o pueden permitir dichas condiciones de empotramiento, que deberán garantizarse en la ejecución de la misma.

Si la viga no está en prolongación, es decir con algo de esviaje, ya no se produce dicho efecto, y se comporta como una rótula.

Si, cuando se encuentra en continuidad, se quiere que no se empotre, se debe disponer una rótula en el extremo de la viga en el apoyo.

No es posible conocer las reacciones sobre estos tipos de apoyo.

- **Vigas de cimentación.** Son vigas flotantes apoyadas sobre suelo elástico, discretizadas en nudos y barras, asignando a los nudos la constante de muelle definida a partir del coeficiente de balasto.
- **Forjados unidireccionales.** Las viguetas son barras que se definen en los paños huecos entre vigas o muros, y que crean nudos en las intersecciones de borde y eje correspondientes de la viga que intersectan. Se puede definir doble y triple vigueta, que se representa por una única barra con alma de mayor ancho. La geometría de la sección en T a la que se asimila cada vigueta se define en la correspondiente ficha de datos del forjado.
- **Forjados de placas aligeradas.** Son forjados unidireccionales discretizados por barras cada 40 cm.

Las características geométricas y sus propiedades resistentes se definen en una ficha de características del forjado, que puede introducir el usuario, creando una biblioteca de forjados aligerados.

Se pueden calcular en función del proceso constructivo de forma aproximada, modificando el empotramiento en bordes, según un método simplificado.

- **Losas macizas.** La discretización de los paños de losa maciza se realiza en mallas de elementos tipo barra de tamaño máximo de 25 cm y se efectúa una condensación estática (método exacto) de todos los grados de libertad. Se tiene en cuenta la deformación por cortante y se mantiene la hipótesis de diafragma rígido. Se considera la rigidez a torsión de los elementos.

6.5 PROCESO DE CÁLCULO

En este apartado nos limitaremos a describir el proceso de cálculo del edificio. Está compuesto por elementos habituales de los que se conocen sus cuantías y espesores.

Las cuantías medias de acero empleadas en estas obras son:

- Cimentaciones 80 Kg/m³
- Alzados de muros 100 Kg/m³
- Losas y vigas 110 Kg/m³
- Pilares 120 Kg/m³

A continuación se describe la metodología a emplear para el cálculo de las estructuras durante el desarrollo del proyecto de Construcción.

Dada la tipología de los aparatos y edificios diseñados, la tensión que transmiten al terreno es siempre inferior 2 kp/cm², por lo que no existen problemas de cimentación. Los aparatos que

cimenten de manera más superficial lo harán en parte sobre el terraplén de nueva construcción con materiales seleccionados procedentes de la excavación, por lo que tampoco se deben plantear problemas, máxime teniendo en cuenta la pequeña magnitud de las cargas transmitidas.

No se ha estudiado la flotación de los aparatos, dado que no existe un nivel freático de base.

6.5.1. CÁLCULO A FLEXIÓN

De acuerdo con el Anejo 8 de la Instrucción EHE, la armadura necesaria será de:

$$U_{s1} = U_o \left(1 - \sqrt{1 - 2 \frac{M_d}{U_o d}} \right)$$

6.5.2. COMPROBACIÓN A FISURACIÓN

Para la comprobación a fisuración se aplicará la formulación de la Instrucción EHE:

$$w_k = 1,7 \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$$

donde w_k representa la anchura característica de fisura, s_m la separación media de fisuras en la zona de recubrimiento y w_k el alargamiento medio de las armaduras en la zona de recubrimiento, teniendo en cuenta la colaboración del hormigón entre fisuras. Estos dos parámetros se obtienen a partir de las fórmulas experimentales siguientes:

$$s_m = 2 \cdot c + 0,2 \cdot s + 0,4 \cdot k_1 \cdot \frac{\Phi \cdot A_{c,eficaz}}{A_s}$$
$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] \geq 0,4 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

donde c es el recubrimiento de la armadura de tracción, s la distancia entre barras o grupos de barras (si es mayor que 15 veces el diámetro se toma dicho valor), k_1 un coeficiente que representa la influencia del diagrama de tracciones en la sección ($\varepsilon_1 + \varepsilon_2$)/(8 ε_1), k_2 un coeficiente de valor 1,0 para los casos de carga instantánea o repetida y 0,5 para los restantes, Φ el diámetro de la armadura traccionada más gruesa, $A_{c,eficaz}$ el área de hormigón de la zona de recubrimiento en donde las barras a tracción influyen de forma efectiva en el ancho de las fisuras, A_s la sección total de las barras situadas en el área de hormigón anterior, σ_s la tensión de servicio de la armadura en hipótesis de sección fisurada, E_s el módulo de elasticidad del acero y σ_{sr} la tensión de la armadura en el instante en el que se fisura el hormigón, lo que se supone que ocurre cuando la tracción en el hormigón alcanza un valor de $0,3 (f_{ck})^{2/3}$.

6.5.3. CÁLCULO A CORTANTE

El esfuerzo cortante de cálculo en elementos lineales sometidos a esfuerzos combinados de flexión, cortante y axil (compresión o tracción) y a placas o losas trabajando fundamentalmente en una dirección debe ser inferior a los dos siguientes:

$$V_{u1} = 0,30 \cdot f_{cd} \cdot (1 + \cot g \alpha) \cdot b \cdot d$$

$$V_{u2} = V_{cu} = 0,10 \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot b \cdot d$$

donde:

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}, \text{ con } d \text{ en mm.}$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b \cdot d} \leq 0,02$$

En los casos donde el esfuerzo cortante de diseño resulte ser ligeramente superior a la resistencia de la sección de hormigón indicada en las fórmulas anteriores, se efectuará una nueva comprobación, no en el borde teórico de la placa (eje del empotramiento), sino a una distancia de un canto del borde, siendo satisfactorio en algunas ocasiones. En estos casos, según la Instrucción, no es necesaria la armadura transversal.

En aquellos casos en los que esta comprobación no sea satisfactoria se procederá al armado según la siguiente fórmula:

$$V_{su} = \sum A_{\alpha} \cdot f_{y,\alpha,d} \cdot 0,9 \cdot d \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

6.5.4. CÁLCULO A TORSIÓN

Todas las piezas sometidas a torsión, deben cumplir las siguientes condiciones respecto a:

- Agotamiento por compresión del hormigón:

$$T_d \leq T_{u1} = \alpha \cdot f_{1cd} \cdot A_e \cdot h_e$$

donde:

f_{1cd} ; resistencia a compresión del hormigón: $f_{1cd} = 0,60 f_{cd}$.

α : 1,20 si hay estribos únicamente a lo largo del perímetro exterior de la pieza; y 1,50 si se colocan estribos cerrados en ambas caras de la pared de la sección hueca equivalente o de la sección hueca real.

- Agotamiento por tracción de la armadura longitudinal:

$$T_d \leq T_{u2} = \frac{2 \cdot A_e \cdot A_t}{S_t} \cdot f_{td}$$

- Agotamiento por tracción de la armadura transversal:

$$T_d \leq T_{u3} = \frac{2 \cdot A_e}{u_e} \cdot A_l \cdot f_{yd}$$

En aquellas piezas sometidas a flexión y torsión simultáneamente se deberá cumplir la siguiente condición:

$$\left(\frac{T_d}{T_{u1}} \right)^{\beta} + \left(\frac{V_{rd}}{V_{u1}} \right)^{\beta} \leq 1$$

donde:

$$\beta = 2 \cdot \left(1 - \frac{h_e}{b} \right)$$

con b igual a la anchura total para sección maciza y a la suma de las anchuras de las almas para sección cajón.

Además de esto, la armadura necesaria para soportar el agotamiento por tracción de la armadura longitudinal y transversal, se sumará a la obtenida por flexión y cortante.

7. DISEÑO DE DEPÓSITOS

Para realizar un estudio de los depósitos de hormigón armado deben considerarse:

- Depósitos a ras del suelo
- Depósitos enterrados

Por otra parte tenemos que cada uno de los tipos anteriores puede ser de planta rectangular o circular y estar contruidos con cubierta o sin ella.

Para realizar el estudio de cálculo de los mismos, consideramos las siguientes cargas:

- Común para los dos tipos: Peso propio y sobrecarga.
- Para los depósitos a ras del suelo: Empuje del agua
- Para los depósitos enterrados: Empuje del agua, empuje de la tierra en el trasdós y subpresión en el caso de que el nivel de agua subterránea estuviera en cota más elevada que la del fondo del depósito.

7.1 MUROS DE LOS DEPÓSITOS

Para el cálculo de los muros ménsula se considerarán las dos hipótesis siguientes:

- Depósito vacío: Se considera el empuje del terreno. Se considera también el empuje por sobrecarga al existir la posibilidad de paso de vehículos.
- Depósito lleno: se ha considerado el empuje de aguas a una cota de -0,50 m respecto de la coronación del muro.

Los muros se calcularán como ménsulas en general y como placas en las zonas de esquina. Para el cálculo de placas se emplearán los cuadros realizados por R. Bares.

7.2 DEPÓSITOS DE PLANTA RECTANGULAR

7.2.1. PLANTEAMIENTO GENERAL

Un cálculo riguroso de los esfuerzos correspondientes a los depósitos de planta rectangular constituye un problema complejo y difícil de abordar. En la práctica se emplean, generalmente métodos simplificados de cálculo.

Las paredes de los depósitos se calculan como placas rectangulares sometidas a cargas triangulares, con la sustentación que corresponda al diseño. Será necesario determinar las leyes de momentos flectores y esfuerzos cortantes en los apoyos.

Los esfuerzos en la solera son más difíciles de obtener por influir considerablemente la naturaleza del terreno de cimentación. Se plantean dos hipótesis de carga con depósito lleno y depósito vacío.

Una vez determinados los esfuerzos de las distintas placas, se procede a la obtención de las armaduras de flexión y tracción, sumándose las secciones correspondientes. Conviene resaltar que la armadura necesaria para controlar la fisuración, con frecuencia resulta mayor que la obtenida por consideraciones resistentes.

7.2.2. MUROS DE LOS DEPÓSITOS

Para el cálculo de los muros ménsula se considerarán las dos hipótesis siguientes:

- Depósito vacío: Se considera el empuje del terreno. Se considera también el empuje por sobrecarga al existir la posibilidad de paso de vehículos.
- Depósito lleno: se ha considerado el empuje de aguas a una cota de -0,50 m respecto de la coronación del muro.

Los muros se calcularán como ménsulas en general y como placas en las zonas de esquina. Para el cálculo de placas se emplearán los cuadros realizados por R. Bares.

7.2.3. DETERMINACIÓN DE LOS MOMENTOS FLECTORES

Existen diferentes métodos simplificados para determinar las leyes de momentos flectores de las placas rectangulares que forman el depósito, en este anejo se adopta como hipótesis de partida que las placas están empotradas entre sí y con el borde superior de las paredes libre.

La determinación de esfuerzos en cada placa se realiza aplicando las tablas de Sliglat/Wippel publicadas por el Instituto Eduardo Torroja.

Las principales hipótesis básicas utilizadas para el cálculo de éstas son, según la Teoría de la Elasticidad:

- Material homogéneo e isótropo.
- Validez de la Ley de Hooke.
- La carga actúa sobre la estructura en dirección perpendicular al plano del elemento.
- El espesor de la placa es pequeño frente a las otras dos dimensiones de aquélla.
- Los corrimientos de los puntos de la placa, en dirección perpendicular a su plano, son pequeños frente al espesor. Por lo que se puede estudiar como empujes al reposo.

En el caso de depósitos enterrados se comprobará qué momento es pésimo, si el calculado por el empuje del agua que se almacena en el interior o el originado por el empuje de tierras con el depósito vacío.

Las armaduras superiores de la placa de fondo pueden determinarse a partir de los mismos momentos, m_{ve} , de las paredes adyacentes ya que, ambos momentos, han de equilibrarse. Es decir a partir de los momentos: $m_{ae} = m_{ve}$.

7.2.4. COMPROBACIÓN A CORTANTE

Generalmente, las paredes de los depósitos se dimensionan de manera tal que no necesitan armadura transversal. La comprobación se efectúa de acuerdo con la instrucción española mediante la condición para elementos superficiales sin armadura transversal.

$$V_{u2} = \left[0,12 \xi (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} \right] b_0 d$$

Con f_{ck} expresado en N/mm²

En donde:

- $\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}$ con d en mm
- ρ_l = cuantía geométrica de la armadura longitudinal traccionada
- b_0 = Ancho
- d = canto útil

7.2.5. DEPÓSITOS DE PLANTA RECTANGULAR DE GRANDES DIMENSIONES

Cuando el largo de un muro es grande en comparación con la altura el comportamiento en la parte central se asemeja más a un muro trabajando en ménsula.

En estos casos se calcula el muro como ménsula empotrada en la zapata y se refuerzan las esquinas dimensionándolas como bordes empotrados.

Se comprueba la estabilidad del conjunto al vuelco, los esfuerzos en la zapata y la tensión transmitida al terreno.

7.3 DEPÓSITOS DE PLANTA CIRCULAR

El cálculo puede abordarse, con cierta facilidad, considerando la pared del depósito como una lámina cilíndrica de revolución sometida a presión hidrostática en un caso y a los empujes del terreno en el otro. Al existir simetría respecto al eje del cilindro, tanto de la lámina como de la carga, el problema se simplifica notablemente.

7.3.1. ESFUERZOS EN LA PARED

Los esfuerzos en la pared pueden obtenerse de los gráficos, que proporcionan las variaciones de los esfuerzos de tracción y momentos de flexión correspondientes a paredes cilíndricas de espesor constante, empotradas en el fondo del depósito. Es decir, los valores:

$$n_p = \alpha \times r \times h \times \delta$$

$$m_v = \alpha \times r \times h \times e \times \delta$$

En función de: x/h

y

$$K = 1.3 \times h / \sqrt{r \times e}$$

Con los siguientes significados:

n_p = esfuerzo de tracción unitario

m_v = momento flector unitario

r = radio del depósito

h = altura del líquido

e = espesor de la pared

δ = peso específico del líquido

7.3.2. ESFUERZOS EN LA SOLERA

Los esfuerzos en la solera son de difícil determinación por las mismas causas indicadas para los depósitos de planta rectangular. Se calcularán a partir de los datos aportados por los esfuerzos que las paredes calculadas transmiten íntegramente a la solera.

Las armaduras superiores de la placa de fondo pueden determinarse a partir del mismo momento del arranque de la pared.

Las armaduras inferiores de la placa de fondo pueden determinarse a partir del momento unitario del servicio: $M = 0,34 p r$

Para cada dirección, y en donde p es el peso de la pared por unidad de longitud.

Las armaduras superiores de la placa de fondo pueden determinarse a partir del mismo momento del arranque de la pared. A estas armaduras no es necesario sumarles las que corresponden a la tracción a que está sometida la losa de fondo, debido a la presión hidrostática sobre la solera ya que se transmiten íntegramente al terreno donde se apoya.

CARACTERIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ÍNDICE

1. OBJETO.....	2
2. POTENCIA O CARGA A INSTALAR.....	2
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	2
4. ACOMETIDA EN MEDIA TENSIÓN.....	3
4.1. LÍNEA AÉREA EN MEDIA TENSIÓN.....	3
4.2. ENTRONQUE AÉREO – SUBTERRÁNEO.....	3
4.3. LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA.....	4
5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	4
5.1. TIPO DE CENTRO.....	4
5.2. COPONENTES PRINCIPALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	5
5.3. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	6
5.4. INSTALACIONES SECUNDARIAS.....	6
6. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN BAJA TENSIÓN.....	7
7. CENTROS DE CONTROL DE MOTORES.....	8
8. BATERÍA DE CONDENSADORES.....	10
9. DISTRIBUCIÓN Y DIMENSIONADO DE CABLEADO.....	10
10. RECEPTORES A MOTOR.....	11
11. VARIADORES DE FRECUENCIA.....	12
12. GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA.....	12
13. PUESTA A TIERRA.....	12
14. ALUMBRADO.....	13
14.1. ALUMBRADO EXTERIOR.....	13
14.2. ALUMBRADO INTERIOR.....	13
14.3. ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA.....	14
15. ANEXOS.....	15
ANEXO I. PLANO DE ACOMETIDA ELÉCTRICA A E.D.A.R.....	16
ANEXO II. TABLA DE POTENCIAS DE LA E.D.A.R.....	17
ANEXO III. ESTIMACIÓN DEL TRANSFORMADOR.....	20
ANEXO IV. ESQUEMA UNIFILIAR DE LA E.D.A.R.....	21

1. **OBJETO.**

El presente anejo tiene por objeto describir las instalaciones eléctricas necesarias para garantizar el funcionamiento de la estación depuradora de Robledillo.

Dado que este proyecto se centra en el dimensionamiento mecánico de la E.D.A.R., este documento se limita a la descripción de los requerimientos y los equipos eléctricos a instalar.

Para el diseño de los equipos eléctricos y de control, se adoptan como criterios básicos la operatividad y sencillez de explotación, incorporando todos aquellos automatismos que, de acuerdo con nuestra experiencia en este tipo de plantas, consideramos necesarios para el funcionamiento racional de la instalación.

En esencia, para garantizar el suministro eléctrico de fuerza, mando y control de todos los elementos electromecánicos que componen la depuradora, serán necesarias las siguientes instalaciones eléctricas:

- Línea de acometida en media tensión
- Centro de transformación
- Instalación en Baja Tensión.

2. **POTENCIA O CARGA A INSTALAR**

El diseño de una instalación eléctrica requiere el conocimiento de la potencia o carga que se va a alimentar, entendiendo por carga la que será demandada por la instalación y no a la suma de las capacidades de los equipos que serán instalados.

A la suma de las potencias de los equipos se le va a aplicar un **coeficiente de simultaneidad** de 0,85 y además, se tendrá que tener en cuenta el **factor de potencia**. Este factor es la relación entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA) y es indicativo de la eficiencia con que se usa la energía eléctrica para producir trabajo útil. Se tomará un valor medio de 0,8 (Según las Condiciones Técnicas para Redes Subterráneas de Media Tensión de la compañía suministradora).

En el “*Anexo II. Tabla de potencias de la E.D.A.R.*” se estima la potencia requerida por la instalación diseñada.

3. **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.**

El suministro va a ser en Media Tensión, por lo que habrá que acondicionar el suministro a las necesidades de los equipos. Este acondicionamiento se realiza en el Centro de Transformación, que además dispone de otros elementos que van a proteger la instalación.

La acometida de energía eléctrica se realizará mediante un entronque con la red aérea de Media Tensión existente en las proximidades de la parcela. A partir de esta se prevé la construcción de una nueva línea Aérea de media Tensión que discurrirá hasta las inmediaciones de la Estación Depuradora.

En dicho punto la línea se entierra para acometer en subterráneo a un centro de entrega de energía situado en los límites de la parcela, en configuración punta. A partir de este momento la línea de media tensión discurre enterrada hasta acometer a los centros de transformación situado en los edificios de la depuradora, en salas adecuadas a ese fin, o en edificios prefabricados.

Desde el secundario del transformador se acomete el Cuadro General de Baja Tensión, y desde este a los distintos Centros de control de motores y Cuadros Secundarios mediante líneas subterráneas bajo tubo.

Los distintos elementos de la instalación mencionados se describen a continuación.

4. ACOMETIDA EN MEDIA TENSIÓN

El suministro de energía a la E.D.A.R. se realizará con línea aérea desde el punto de entronque designado por la Compañía Eléctrica, situado lo más cercano a la depuradora, para luego ser enterrada hasta los límites de la parcela desde donde pasará a ser subterránea, discurriendo en zanjas de 1,20 m de profundidad, con lecho de arena y banda de señalización con protección por losa de hormigón o rasilla, hasta la entrada del centro de transformación.

En el “*Anexo I. Plano de acometida eléctrica*”, se muestra el punto de enganche propuesto para la E.D.A.R. de Robledillo. La acometida se realizará con una **conducción subterránea** hasta el Centro de Seccionamiento de la EDAR, con una longitud de 552 m. A modo orientativo señalar que dicha acometida estará formada por cuatro conductores unipolares, (uno de ellos en reserva) y utilizando un cable de aluminio canalizado bajo tubo de 160 mm de diámetro (1+ 1 de reserva).

A continuación se describen las características de cada uno de los tramos:

4.1. **LÍNEA AÉREA EN MEDIA TENSIÓN**

El entronque o conexión con la línea propiedad de la compañía distribuidora se realizará aéreo mediante un apoyo metálico a una distancia entre 10 y 15 metros del apoyo de la compañía distribuidora. Contará con una altura de 12 metros y soportará un esfuerzo en punta de 2.000 Kg. Este apoyo se considerará como Apoyo de Fin de Línea con lo que soportará las condiciones reglamentarias. El vano será destensado y el conductor será LA-56. En este apoyo se colocará el elemento de maniobra, fusibles de expulsión tipo XS, para poder realizar el corte de toda la línea proyectada, dejando así sin servicio a toda la instalación, centros de transformación incluidos.

En alineaciones se instalarán apoyos de hormigón y en cambios de dirección, torres metálicas de mayor esfuerzo.

La distancia entre apoyos será de alrededor de 100 m.

El apoyo Fin de Línea será una torre metálica de 12 metros de altura y 2.000 Kg, como esfuerzo soportado. En él tendrá lugar la bajada aéreo-subterránea, con lo que deberá instalarse todos los elementos descritos en el apartado entronque aéreo-subterráneo, en el que se puede observar un esquema de dicha instalación, al igual que en el documento planos.

La línea aérea pasará a subterránea en las proximidades del Centro de Transformación. La línea eléctrica de media tensión finaliza en este centro de transformación. Se realizará una bajada aéreo subterránea en este último apoyo, así como la instalación de unos fusibles XS para el corte del suministro en el centro de transformación.

4.2. **ENTRONQUE AÉREO – SUBTERRÁNEO**

En la unión del cable subterráneo con la línea aérea se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Debajo de la línea aérea se instalará un juego de cortacircuitos fusible-seccionador de expulsión o seccionadores unipolares de intemperie de las características necesarias, de acuerdo con la tensión de la línea y la nominal del cable. Asimismo se instalarán sistemas de protección contra sobretensiones de origen atmosférico a base de pararrayos de óxido metálico.
- b) Estos pararrayos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas
- c) A continuación de los seccionadores, se colocarán los terminales de exterior que corresponda a cada tipo de cable.

- d) El cable subterráneo, en la subida a la red aérea, irá protegido con un tubo de acero galvanizado, que se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno un mínimo de 2,5 m. En el tubo se alojarán las tres fases y su diámetro interior será 1,5 veces el de la terna de cables, con un mínimo de 15 cm.

4.3. LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA

El tramo de línea subterránea de media tensión desde el último apoyo aéreo hasta el centro de transformación, se compone de tres conductores unipolares aislados, uno por fase, tipo cable seco HEPRZ1 con una sección de 150 mm² Aluminio.

Se instalarán todos los conductores en la misma zanja, sobre lecho de arena, tubo de protección, rasillas de arcilla cocida y cinta de señalización.

La profundidad de enterramiento de los conductores respecto a la cota 0 (superficie del terreno) será de 1 metro.

Los cruces de calzadas o caminos, en caso de realizarse, deberán ser perpendiculares a sus ejes, salvo casos especiales, debiendo realizarse en posición horizontal y en línea recta. Además se dotará a los conductores de protección mecánica adicional por medio de canalización bajo tubo y hormigonado del mismo.

En la instalación de la línea eléctrica de media tensión subterránea no se prevén arquetas de registro.

5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.1. TIPO DE CENTRO.

El centro de transformación objeto del presente proyecto, se compone de:

- Un entronque aéreo subterráneo con la maniobra y la protección en el lado de alta tensión
- Centro de seccionamiento
- Centro de transformación
- Una envolvente prefabricada compacta para alojar el transformador, las protecciones y la medida en baja tensión.

En el diseño del centro de transformación, se intenta estandarizar al máximo, los elementos que lo componen, garantizando el suministro por medio de dos máquinas transformadoras iguales, capaces de suministrar la demanda en baja tensión de manera independiente.

La instalación se compone de un edificio prefabricado en el que se instalarán 2 máquinas transformadoras de igual potencia. Con ello conseguiremos que se pueda realizar el suministro eléctrico a la depuradora desde una de las máquinas, permitiendo el trabajo de la estación en caso de que se produzca la avería de una de las mismas, o desde las dos, en épocas de mayor consumo, o futura ampliación.

El centro de transformación se situará por encima del nivel del alcantarillado de la zona, y de tal forma que se tenga acceso directo y fácil desde la vía pública, tanto para las personas y la maquinaria como para los vehículos necesarios para la explotación y el mantenimiento de la instalación, según lo dispuesto en el reglamento. La envolvente se construirá de modo que quede cerrada, impidiéndose el acceso a las personas ajenas al servicio. Las puertas se abrirán y abatirán hacia el exterior.

La envolvente compacta de hormigón se construye en base a la RU-1303 A, en aquello que le es de aplicación.

La acometida al centro es subterránea, el entronque se realiza con la línea aérea de media tensión a la menor distancia posible del mismo, de modo que sea visible desde la situación de la envolvente el

elemento de corte instalado en dicho entronque, constituyendo un único esquema eléctrico el formado por entronque, transformadores y las salidas en baja tensión.

En el “**Anexo III. Estimación del transformador**”, se incluye una valoración del equipo a instalar para la E.D.A.R. de Robledillo.

A continuación se describen las características de cada uno de los elementos que componen el centro de transformación:

5.2. COPONENTES PRINCIPALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.2.1. Centro de seccionamiento

En líneas generales consta de:

- 1 Cabinas de línea con Interruptor-seccionador, con seccionador de puesta a tierra y aisladores testigo de presencia de tensión.
- 1 Cabina de seccionamiento de la compañía eléctrica con interruptor pasante con mando manual.
- 1 Cabina de protección general con seccionador, interruptor automático y relé de protección.
- 1 Cabina de medida de tensión e intensidad, con entrada inferior y salida superior laterales por barras
- Armario de contadores.
- Puesta a tierra de las cabinas

5.2.2. Centro de Transformación

Consta de:

- 1 Cabinas de línea con Interruptor-seccionador, con seccionador de puesta a tierra y aisladores testigo de presencia de tensión.
- 2 Cabinas de protección de transformadores, con interruptor seccionador, cartuchos fusibles, bobina de disparo, doble seccionador de puesta a tierra y aisladores testigo de presencia de tensión
- Puesta a tierra de cabinas y transformadores.

5.2.3. Características de la envolvente.

La envolvente se construye en base a la Norma RU1303A en aquello que le es de aplicación. El material empleado en la fabricación de la envolvente es hormigón armado, y se destina a contener en el interior de la misma, el transformador y el equipo de medida, en los planos adjuntos quedan reflejadas sus dimensiones y distribución interior.

Sus dimensiones permiten:

- La ejecución de las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que las realicen.
- El mantenimiento del material así como la sustitución de cualquiera de los elementos que lo constituyen.

Para la ubicación de la envolvente prefabricada, es necesaria únicamente una excavación, cuyas dimensiones quedan reflejadas en el plano correspondiente, y un lecho de 10 cm de arena compactada y nivelada para asegurarse del perfecto asiento de la misma.

Este centro de transformación estará conectado a la red de distribución de energía eléctrica mediante una interconexión aéreo-subterránea, en punta. En el entronque con la línea aérea se realizará la maniobra y protección en el lado de alta tensión, por medio de tres cortacircuitos fusibles seccionadores de expulsión. Además, sobre un soporte metálico adecuado, se instalarán tres pararrayos de óxidos metálicos envolvente no cerámica, de tensión adecuada a las características de la línea.

5.3. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

El centro de transformación estará dotado de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto que puedan producirse en la instalación. El sistema asegurará la descarga a tierra de la corriente homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas de partes en tensión.

5.3.1. Tierra de protección.

Tiene por finalidad limitar la tensión a tierra de aquellas partes de la instalación eléctrica, normalmente sin tensión, pero que pueden, eventualmente, ser puestas en tensión a causa de un defecto.

Comprende las puestas a tierra en la línea de tierra de la envolvente de:

- Envolturas o pantallas conductoras de los cables de alta tensión en el extremo del transformador.
- Cuba del transformador.
- Las masas de los circuitos de baja tensión.
- Pantallas, rejillas y puertas metálicas de protección contra contactos directos.
- Armadura metálica de la envolvente.
- Comprende la puesta a tierra en la línea de tierra del apoyo de:
- Envolturas o pantallas conductoras de los cables de alta tensión en el extremo de conexión a la línea aérea.

Para la línea de tierra de protección se utilizará cable de cobre desnudo, con una sección de 50 mm².

5.3.2. Tierra de servicio.

Se trata de la unida a uno o varios puntos determinados del circuito eléctrico o aparatos, con el fin de permitir el funcionamiento de estos, o un funcionamiento más regular y seguro del circuito.

Comprende la puesta a tierra de:

- Neutro de los circuitos de baja tensión.
- Pararrayos de óxidos metálicos.

Para la línea de tierra de servicio se utilizará cable de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm² de sección.

5.4. INSTALACIONES SECUNDARIAS.

5.4.1. Sistema contra incendios.

Será necesaria la instalación de extintores de incendios en el interior de la envolvente, toda vez que se ha previsto ésta de modo que su base constituye una cubeta con capacidad para recoger la totalidad del aceite derramado, en el caso de un vaciamiento del transformador.

5.4.2. Ventilación.

Para la evacuación del calor generado en el interior del centro se ha previsto un sistema de ventilación natural mediante rejillas de entrada y de salida de aire en la zona destinada para el transformador y en el panel lateral.

Las rejillas se construyen de forma que impiden el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y contactos accidentales con partes en tensión.

5.4.3. Elementos de seguridad.

La puerta de acceso al centro de transformación llevará la correspondiente señal triangular de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica el modelo AE-10 de la Recomendación AMSYS 1.4.10. En la parte interior de la puerta de acceso al compartimento de baja tensión se instalará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente, con un tamaño mínimo UNE A3.

6. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN BAJA TENSIÓN

El cuadro eléctrico de distribución en la EDAR estará montado junto al centro de transformación, en un local anexo e independiente, y se alimentarán directamente de las bornas de B.T. de los transformadores, mediante interruptores automáticos tetrapolares motorizados con protección diferencial.

Desde el secundario del transformador se alimenta al cuadro de distribución y desde este a los CCM's distribuidos por la planta.

La alimentación tanto a los CCM's como el cuadro de distribución se hará con línea de BT el conductor empleado será unipolar de cobre con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC denominación RV 0,6/1 KV.

Para la selección de la sección de los cables se tendrá en cuenta la intensidad máxima admisible y la caída de tensión

Materiales:

El cuadro de distribución será del tipo adecuado para uso general, protección IP-44 a prueba de roedores, para montaje sobre el suelo, autoportante, con el frente sin tensión y de diseño normalizado.

Los cuadros serán totalmente terminados en fábrica, incluyendo su montaje y cableado, de tal manera que en obra solamente sea necesario su colocación, ensamblaje entre diferentes secciones, si las hubiera, y las conexiones de los cables de entrada y salida.

La construcción es a base de perfiles de acero de 2, 3 y 4 m/m. de espesor, montados mediante tornillos de fijación, sin soldadura y revestimiento en chapa de acero de 2 m/m. de espesor.

Alimentación:

La alimentación y salida de cables se realizará por la parte inferior o eventualmente por la superior estando asimismo previsto, si así se requiere, que la alimentación se efectúe por medio de conducto de barras para lo que se preverá la correspondiente brida de unión.

La alimentación al cuadro se ha equipado con interruptores automáticos tetrapolares de corte al aire y con el poder de corte necesario, dotados con relés de protección electrónicos. Asimismo, se equipará con un analizador de redes con comunicación mediante bus de datos con el sistema de control de la planta, para supervisión de los principales parámetros eléctricos.

Las salidas a centros de control de motores y cuadro general de alumbrado estarán equipadas con interruptores automáticos tetrapolares con relés de protección electrónicos y protección diferencial.

Para evitar los efectos perjudiciales de la corrosión los embarrados tendrán un tratamiento de estañado.

Desde el cuadro general de distribución 400 V se alimentarán los distintos centros de control de motores CCMs, Cuadro general de alumbrado, Sistemas de alimentación ininterumpida, Equipos rectificador batería.

Asimismo, a este cuadro esta previsto conectar el grupo electrógeno para suministro de energía a los servicios esenciales de la planta en caso de fallo en la red de suministro de compañía.

7. CENTROS DE CONTROL DE MOTORES

Del cuadro de distribución, se alimentará a los centros de control de motores dispuestos en los distintos edificios de la planta.

Se ha previsto un CCM por cada unidad o conjunto de procesos.

Adosado a cada conjunto de CCM se instalará un PLC.

Los CCM's serán de tipo convencional, ejecución fija y estarán compuestos por los siguientes elementos:

- 1 Panel de entrada que llevará un interruptor automático, un equipo circuitor para medidas y dos transformadores de mandos.
- Paneles de alimentación a los motores según necesidades. Los arrancadores previstos son los siguientes:

Arranque directo para motores de hasta 7,50 KW, compuesto por:

- 1 Interruptor automático núcleo toroidal y relé diferencial.
- 1 Contactor III con contactos auxiliares
- 1 Relé térmico
- 1 Conmutador POS 1-0-2
- 2 Pulsadores de M-P
- 2 Pilotos de señalización M-D

Arranque por inversor para motores de hasta 7,5 KW, compuesto por:

- 1 Interruptor automático núcleo toroidal y relé diferencial
- 1 Inversor formado por dos contactores III con contactos auxiliares
- 1 Relé térmico
- 1 Conmutador POS 1-0-2
- 3 Pulsadores P-A-C
- 4 Pilotos de señalización A-C-P-D

Arranque para motores de dos velocidades, de potencia inferior a 15 KW, compuesto por:

- 1 Interruptor automático núcleo toroidal y relé diferencial
- 2 Contactores III con sus contactos auxiliares
- 2 Relés térmicos
- 1 Conmutador POS 1-0-2
- 3 Pulsadores M1- M2- P
- 4 Pilotos de señalización M1- M2- P- D

Arrancador estático para motores de potencia superior a 15 KW, compuesto por:

- 1 Interruptor automático núcleo toroidal y relé diferencial
- 1 Arrancador estático con microprocesador para sus protecciones

- 1 Conmutador POS 1-0-2
- 2 Pulsadores M-P
- 2 Pilotos de señalización M-D

Arranque por variador de frecuencia para motores de distintas potencias, compuesto por:

- 1 Interruptor automático
- 1 Conmutador POS 1-0-2
- 2 Pulsadores M-P
- 2 Pilotos de señalización M-D

Alimentación eléctrica a las electroválvulas, compuesto por:

- 1 Interruptor II magnetotérmico
- 1 Conmutador POS 1-0-2
- 1 Relé auxiliar
- 1 Temporizador cíclico marcha manual
- 2 Pilotos de señalización M-D

Alimentaciones varias de energía, compuesto por:

- 1 Interruptor automático, núcleo toroidal y relé diferencial.

Los cuadros se situarán en locales cubiertos con posibilidad de fácil acceso por la cara frontal de los mismos.

Los circuitos de alimentación a puntos de consumo se han dividido de manera que se garantice una buena protección selectiva para cada consumo y área diferenciada.

En los circuitos de alimentación a lámparas de descarga, los interruptores y contactores se considerarán cargas inductivas o bien de potencia 1,8 veces la nominal.

Se identificarán todos los extremos de cable de armario, ya sean de potencia o de maniobra, utilizando señalizadores “ad hoc” sobre los cables o bornas, según sea el caso. Las iniciales de identificación en el cuadro corresponderán en su totalidad a las indicadas en los esquemas.

Siempre que sea posible se mantendrá una única marca para cada uno de los elementos de aparellaje que formen parte de los cuadros (interruptores, automáticos, contactores, ...).

El diseño, la fabricación y las pruebas de los equipos se someterán a la última revisión de las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), Reglamento Electrotécnico Español de Baja Tensión, Normas UNE y otras disposiciones legales vigentes.

En el interior del armario los circuitos se identificarán por rótulos grabados, roblonados o atornillados y colocados en la parte frontal de las puertas al lado del aparellaje correspondiente.

El cableado interior se realizará con cable de cobre de tipo V-750 de 2,5 mm² de sección mínima y/o pletina de cobre convenientemente aislada con secciones y separaciones adecuadas.

El embornado de la maniobra y cableado auxiliar se realizará en todos los casos mediante terminales a presión numerados según un orden lógico, finalizando en regletas de bornas modulares de poliamida montadas sobre carriles normalizados DIN tratados con zinc o bicromados.

La conexión a interruptores, contactores y fusibles y resto de aparellaje de potencia se hará directamente sobre las bornas de éstos a través de terminales a presión sujetos a los extremos de los cables.

A partir de las curvas características de los relés se ajustará la selectividad de la instalación, para evitar la desconexión de interruptores innecesarios en el aislamiento de las faltas.

La protección diferencial del interruptor general dispondrá de una temporización que permita la desconexión previa aguas abajo en caso de contacto indirecto en un circuito ramificado.

Los armarios estarán contruidos, mientras no se indique otra cosa en las mediciones, con chapa de acero completamente cerrados a base de chapa plegable, ranurada y electrosoldada, de 2 y 3 mm de espesor. Tendrán juntas de neopreno en las puertas frontales para que no entre polvo y llevarán bisagras y cerrojos ocultos con manilla. El embarrado general será de cobre electrolítico pintado con colores normalizados e irá soportado con aisladores para soportar los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito.

El acabado del mismo se hará con pintura antioxidante, habiéndose efectuado previamente el lijado y desengrasado, aplicándose con posterioridad una capa de Wash Primer y dos capas de pintura de acabado tanto interior como exterior.

Estarán contruidos por columnas o módulos verticales unidos lateralmente entre sí, formando un conjunto único y rígido de frente común. Estas columnas adoptarán la disposición de celdas para alojamiento de los interruptores de entrada y del equipo de medida.

El conjunto será contruido con chapa de acero laminado en frío, de espesor no inferior a 2 mm, excepto en aquellos elementos cuya rigidez esté asegurada por armaduras de refuerzo interior.

Las placas o rótulos de identificación serán de plástico laminado negro, con las letras grabadas en blanco, e irán sujetas con tornillos de acero inoxidable o de plástico negro. No serán admitidos aquellos que vayan fijados mediante pegamento o adhesivos.

Todos los contactos auxiliares estarán cableados hasta las regletas de bornas terminales, sean o no utilizados.

Las conexiones de los circuitos de potencia se harán mediante terminales tipo de presión por tornillo y deberán dimensionarse de acuerdo con el tamaño nominal del contactor, independientemente de que la intensidad del motor a controlar sea sensiblemente inferior.

8. BATERÍA DE CONDENSADORES

Junto a cada centro de control de motores y para mejorar el factor de potencia, se instalará un equipo automático de regulación del factor de potencia.

Para compensar la energía reactiva de cada transformador se instalara un bote fijo de condensadores. De este modo se consigue corregir el Cos de ϕ de las instalaciones (se ha supuesto un valor de 0,8) y aumentarlo hasta un valor de 0,95, con el fin de obtener una bonificación por el complemento de energía reactiva (bonificación del 4 %).

9. DISTRIBUCIÓN Y DIMENSIONADO DE CABLEADO

De los CCMs parten las líneas que enlazan los puntos de conexionado de los receptores finales. Estas líneas poseen sus correspondientes protecciones, tanto magnética como térmica y diferencial.

El conductor empleado será de cobre con grado de protección de aislamiento como mínimo de 0.6/1 kV con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC y sección suficiente para soportar la intensidad que circule por él y para la cual está protegido.

La Sección mínima empleada para fuerza en los receptores será de 2,5 mm² y para los elementos auxiliares tales como pulsadores in situ, finales de carrera limitadores de paro será de 1,5 mm².

Para los equipos dotados de variador de frecuencia, la alimentación se realizará con cable apantallado tipo RVKV 0,6/1 KV.

Desde los cuadros hasta los receptores, los cables van por:

- a) bandejas;

- b) bajo tubo o conductos;
- c) enterrados, según ha procedido.

Fundamentalmente se componen de una red de tubo corrugado de 160 mm de diámetro enterrados con sus correspondientes arquetas, distribuida por la planta de la depuradora según se indica en los planos del proyecto.

Los pasos de viales se realizarán por medio de tubos de hormigón o PVC con capa de hormigón para que aguante el paso de camiones y con la suficiente sección de reserva de un 100%, y arquetas en cada lado del vial.

La profundidad de los cables que van enterrados es de 0,8 m.

Se han separado las canalizaciones destinadas a la iluminación exterior de la planta de las canalizaciones destinadas a la alimentación de los equipos propios del proceso de depuración.

Dentro de las canalizaciones destinadas a los equipos, se ha previsto que uno de los tubulares de 160 mm de la canalización se utilice únicamente para alojar el cableado correspondiente al sistema de control, para evitar de este modo posibles interferencias entre estos conductores de control y los conductores destinados a alimentación de equipos.

En todos ellos se ha tenido en cuenta que la caída de tensión sea inferior al el límite admisible, desde el origen de la instalación.

Todos los motores llevan a pie de motor una caja de maniobra compuesta por pulsadores de paro de emergencia con enclavamiento (setas).

Las conexiones de los conductos finales con los consumos se realizará mediante tubo rígido de acero galvanizado y prensaestopas de diámetro adecuado a la cantidad de conductores que contengan.

Todas las conexiones de canalizaciones se realizarán mediante las correspondientes arquetas o cajas de derivación.

En interiores se instalarán tomas de II x 16 A y en los lugares donde se precise, tomas de 3F+T para máquinas de soldadura o usos industriales.

10. RECEPTORES A MOTOR

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460-4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 Kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 KW a 1,5 KW	4,5
De 1,5 KW a 5 KW	3
De 5 KW a 15 KW	2
Más de 15 KW	1,5

11. VARIADORES DE FRECUENCIA

En aquellos casos en los que se precisa el control continuo de la velocidad de los elementos accionados por los motores, se instalarán variadores de frecuencia.

12. GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA

Se ha previsto la instalación de un grupo electrógeno de emergencia, conexionado al cuadro de distribución, que entrará en funcionamiento en caso de fallo de alimentación de la energía eléctrica.

El grupo tiene capacidad suficiente para alimentar en continuo a los elementos principales de la planta.

El grupo incluye un depósito de combustible de para 8 horas de funcionamiento en continuo del grupo y un cuadro eléctrico para la maniobra del propio equipo y para la realización de la transferencia automática.

El grupo electrógeno irá instalado en un edificio preparado con la ventilación necesaria.

13. PUESTA A TIERRA

Todas las masas de los aparatos eléctricos de la instalación deberán estar eléctricamente unidas entre ellas.

Los circuitos equipotenciales de las masas así constituidos se unirán al sistema de tierras de la Planta.

Igualmente, se realizará red equipotencial de masas metálicas no eléctricas, como tuberías, bancadas, pasarelas, barandillas, cercas, etc., con el fin de evitar accidente por corriente de fugas.

Las puestas a tierra se establecen con el objetivo de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. Según el reglamento.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo

en cuenta los requisitos generales indicados en el reglamento y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

14. ALUMBRADO

Del cuadro de distribución se alimenta al cuadro general de alumbrado del que se alimentará a las cajas de alumbrado situadas en los distintos edificios, así como a los circuitos de alumbrado exterior.

Todos los empalmes y derivaciones de la red de alumbrado, se realizará en los cuadros y en las cajas de registros, que serán de dimensiones adecuadas a la sección del cable, por medio de bornas de apriete y rigidez eléctrica adecuada, con el fin de evitar calentamiento y pérdidas de aislamiento.

14.1. ALUMBRADO EXTERIOR

El alumbrado exterior se mandará desde el cuadro general de alumbrado. Los diferentes circuitos van protegidos por interruptores diferenciales.

Los niveles de iluminación aproximados son de 20 lux en viales.

El alumbrado exterior se realiza con cable RV-0,6/1 kV sección mínima 6 mm², canalización bajo tubo de PVC.

El alumbrado viario de la depuradora se realiza mediante la instalación de columnas de equipadas con un proyectores con lámparas de V.S.A.P o similar.

Para alumbrar las inmediaciones de los edificios se instalarán luminarias cerradas (IP 54) tipo brazo mural, para lámparas de V.S.A.P. Dichas luminarias se situarán sobre la fachada del edificio.

En todos los puntos de luz se realizará su correspondiente arqueta de derivación dotada de ficha de conexión y fusibles calibrados.

Para las canalizaciones de la red de alumbrado exterior se utilizará tubo de PVC de 90 mm de diámetro.

La tensión de alimentación para la iluminación será de 220 V entre fase y neutro, estableciendo un perfecto equilibrio entre las tres fases en la repartición de las cargas de cada circuito.

14.2. ALUMBRADO INTERIOR

En interiores, los niveles de iluminación aproximados son:

- En despachos y oficinas 350 lux,
- En laboratorio 500 lux,
- En Sala de Control 350 lux,
- En Naves Industriales y almacenes 150 lux
- En pasillos y servicios 200 lux.

El alumbrado de edificios se efectúa con hilo de línea V-750 bajo tubo rígido de PVC en instalaciones vistas y de PVC corrugado en instalaciones empotradas.

La iluminación en los edificios de la depuradora se realizará mediante luminarias lámparas fluorescentes de 2x36 W, combinada en lugares puntuales como aseos, distribuidores, escaleras, etc., con lámparas de incandescencia.

El cableado interior por los conductos se hará en sistema monofásico y tierra.

Se utilizarán tubos fluorescentes de tonalidad 54, temperatura de color 6.200 K y rendimiento en color del 72%.

Los equipos irán montados dentro de las pantallas y el factor de potencia estará compensado a 0,9 como mínimo mediante condensadores individuales.

Los balastos serán de primera calidad con capacidad de estabilizar el arco de las lámparas de descarga, manteniendo fija su tensión.

La tensión de alimentación para la iluminación será de 220 V entre fase y neutro, estableciendo un perfecto equilibrio entre las tres fases en la repartición de las cargas de cada circuito.

Las luminarias en las salas de alturas superiores a 3,5 metros, serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. Estarán protegidas contra las proyecciones "IPX4".

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles, no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envoltentes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán revistos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquellos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

14.3. ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA

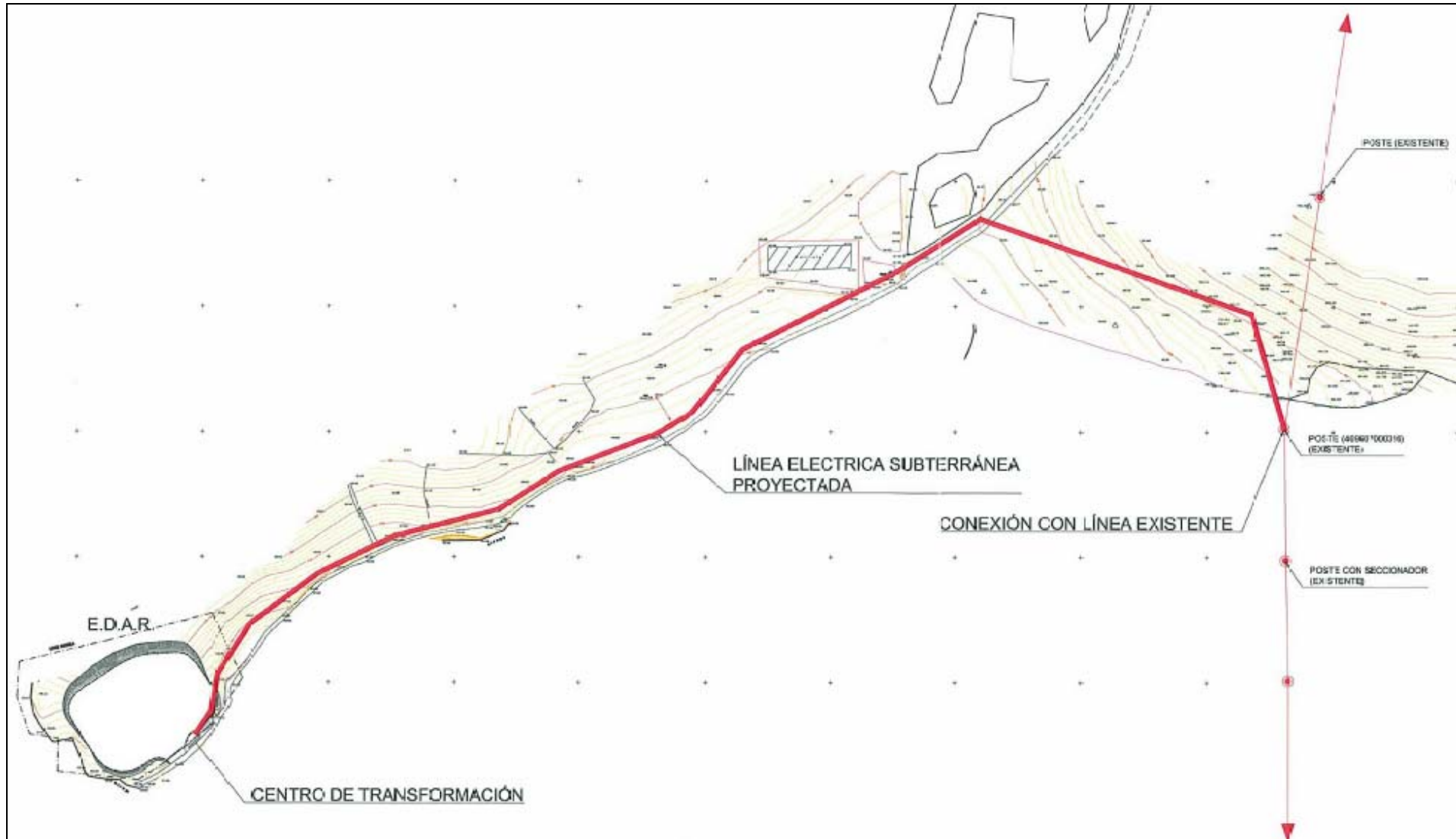
Se ha previsto alumbrado de emergencia, mediante luminarias autónomas de emergencia con batería para un mínimo de una hora de autonomía

Dicha iluminación se concentrará exclusivamente en puertas, escaleras, pasillos y en general en zonas de escape o paneles en los que hubiera que realizar alguna maniobra de inspección o medida. El sistema de alumbrado de emergencia es autónomo y cumple con las prescripciones establecidas en las normas UNE 20062 y 20392, e instrucciones complementarias del reglamento electrotécnico de baja tensión.

Sus características son difusor de vidrio, acumulador estanco de Níquelcadmio con cargador que asegura la recarga de los acumuladores en menos de 24 h, con nivel medio de 5 lux para todos los pasos a iluminar en emergencia.

15. ANEXOS

ANEXO I. PLANO DE ACOMETIDA ELÉCTRICA A E.D.A.R.



Enganche y acometida eléctrica a la E.D.A.R. de Robledillo de la Jara

ANEXO II. TABLA DE POTENCIAS DE LA E.D.A.R.

Para estimar la potencia instalada en la E.D.A.R. se contabilizan las potencias requeridas por cada uno de los equipos. Las potencias han sido extraídas de la especificación técnica del proveedor correspondiente.

CCM EDAR									
	RECEPTORES	Potencia nominal (kW)	N° de elementos instalados	N° de elementos servicio	Pot. total instalada (KW)	Pot. total servicio (kW)	Pot. total absorbida (kW)	Horas func.	Consumo diario (kWh)
1	Cuchara bivalva	0,37	1,00	1,00	0,37	0,37	0,30	0,20	0,06
2	Puente grúa cuchara. Elevación	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	2,40	0,20	0,48
3	Puente grúa cuchara. Traslación	0,55	1,00	1,00	0,55	0,55	0,44	0,20	0,09
4	Bombas de agua bruta	1,10	4,00	3,00	4,40	3,30	2,64	4,80	12,67
	Variador de frecuencia	1,10	2,00	2,00					
5	Compuerta motorizada canales desbaste	0,37	2,00	2,00	0,74	0,74	0,59		0,00
6	Tamiz de finos	0,37	1,00	1,00	0,37	0,37	0,30	2,00	0,59
7	Tornillo transportador	1,10	1,00	1,00	1,10	1,10	0,88	2,00	1,76
8	Compuerta motorizada desarenador	0,37	1,00	1,00	0,37	0,37	0,30		0,00
9	Puente desarenador	0,18	1,00	1,00	0,18	0,18	0,14	12,00	1,73
10	Soplante desarenador	2,20	2,00	1,00	4,40	2,20	1,76	8,00	14,08
11	Bomba de arenas	0,55	1,00	1,00	0,55	0,55	0,44	4,00	1,76
12	Clasificador de arenas	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	4,00	3,20
13	Separador de grasas	0,37	1,00	1,00	0,37	0,37	0,30	4,00	1,18
14	Bombas de vaciado tanque de tormentas	2,20	2,00	1,00	4,40	2,20	1,76	0,50	0,88
15	Valvula reguladora caudal	0,17	1,00	1,00	0,17	0,17	0,14	24,00	3,26
16	Acelerador de corriente reactor biológico	1,50	2,00	2,00	3,00	3,00	2,40	22,00	52,80
17	Soplantes biologico	4,00	3,00	2,00	12,00	8,00	4,50	24,00	108,12
	Variador de frecuencia	4,00	2,00	2,00					
18	Ventilador sala de soplantes	0,25	2,00	2,00	0,50	0,50	0,40	4,00	1,60
19	Bombas dosificadoras cloruro férrico	0,09	3,00	2,00	0,27	0,18	0,14	24,00	3,46
	Variador de frecuencia	0,09	3,00	3,00					
20	Motorreductor decantación secundaria	0,18	2,00	2,00	0,36	0,36	0,29	24,00	6,91
21	Bomba de flotantes decantador 2ºs	2,20	2,00	1,00	4,40	2,20	1,76	2,00	3,52
22	Bombas de recirculacion externa	1,30	3,00	2,00	3,90	2,60	2,08	20,00	41,60
	Variador de frecuencia	1,30	2,00	2,00					

CCM EDAR									
	RECEPTORES	Potencia nominal (kW)	Nº de elementos instalados	Nº de elementos servicio	Pot. total instalada (KW)	Pot. total servicio (kW)	Pot. total absorbida (kW)	Horas func.	Consumo diario (kWh)
23	Bombas de fangos en exceso	2,20	2,00	1,00	4,40	2,20	1,76	2,00	3,52
24	Espesador de fangos	0,12	1,00	1,00	0,12	0,12	0,10	24,00	2,30
25	Bombeo de fangos a camión	1,50	1,00	1,00	1,50	1,50	1,20	0,50	0,60
26	Bombas de agua de servicios	1,10	2,00	1,00	2,20	1,10	0,88	3,00	2,64
27	Filtro autolimpiante	0,09	1,00	1,00	0,09	0,09	0,07	3,00	0,22
28	Compresor de aire	2,20	1,00	1,00	2,20	2,20	1,76	2,00	3,52
29	Instalacion de desodorizacion	7,50	1,00	1,00	7,50	7,50	6,00	16,00	96,00
30	Varios	2,20	2,00	2,00	4,40	4,40	3,52	2,00	7,04
	Instrumentacion								
I-1	Medidor de PH en agua bruta	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-2	Medidor de temperatura en agua bruta	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-3	Medidor de caudal de agua bruta	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-4	Medidor de caudal de agua pretratada	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-5	Medidor de caudal a biológico	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-6	Medidores de oxigeno	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-7	Medidores de redox	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-8	Medidor de caudal de aire a biológico	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-9	Medidor de caudal recirculacion fangos	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-10	Medidor de caudal fangos en exceso	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-11	Medidor de caudal agua tratada	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-12	Medidor de nivel pozo de bombeo	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	23,00	0,00
I-13	Medidor de nivel en espesador	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-14	Interruptor de nivel tipo boya	0,00	14,00	14,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
I-15	Indicadores	0,00	12,00	12,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00
	TOTAL PARCIAL CCM				68,81	52,42			375,59

CUADRO DE SERVICIOS Y ALUMBRADO

	RECEPTORES	Potencia instalada (kW)	Nº de elementos instalados	Nº de elementos servicio	Pot. total instalada (KW)	Pot. total servicio (kW)	Pot. total absorbida (kW)	Horas func.	Consumo diario (kW)
1	Cuadro de alumbrado edificio de proceso	10,28	1	1					
	Iluminación interior despacho y aseos	0,072	8,00	8,00	1,04	1,04	0,83	3,00	2,49
	Iluminación interior Sala cuadros	0,072	3,00	3,00	0,39	0,39	0,31	3,00	0,93
	Iluminación interior soplantes	0,072	3,00	3,00	0,39	0,39	0,31	3,00	0,93
	Iluminación interior resto edificio	0,072	18,00	18,00	2,33	2,33	1,87	3,00	5,60
	Climatizador	2,13	1,00	1,00	2,13	2,13	1,70	4,00	6,82
	Tomas de corriente monofásicas	2,00	4,00	4,00	2,00	2,00	1,60	1,00	1,60
	Tomas de corriente trifásicas	2,00	4,00	4,00	2,00	2,00	1,60	1,00	1,60
2	Cuadro alumbrado exterior	4,590	1,00	1,00					
	Iluminación exterior mural	0,250	4,00	4,00	1,80	1,80	1,44	3,00	4,32
	Iluminación exterior báculos	0,250	3,00	3,00	1,35	1,35	1,08	3,00	3,24
	Proyector	0,800	1,00	1,00	1,44	1,44	1,15	3,00	3,46
TOTAL PARCIAL CUADRO SERVICIOS Y ALUMBRADO					14,87	14,87			30,99

**RESUMEN TOTAL DE POTENCIAS Y CONSUMOS
E.D.A.R. ROBLEDILLO DE LA JARA**

	Pot. total servicio (kW)	Consumo diario (kW h)
CCM EDAR	52,42	375,59
CUADRO DE SERVICIOS Y ALUMBRADO	14,87	30,99
TOTAL	67,29	406,58

ANEXO III. ESTIMACIÓN DEL TRANSFORMADOR

CALCULO DEL TRANSFORMADOR

POTENCIA TOTAL EN SERVICIO (Kw)

Potencia total instalada (ver tabla de potencias Anexo II)	67,29	KW
--	-------	----

Por experiencia en obras similares se establece un coeficiente de simultaneidad para los equipos en servicio:

Factor de simultaneidad	0,90	
-------------------------	------	--

Por experiencia en obras similares para establecer el % de horas de funcionamiento diario de los equipos, se establece un factor de utilización para los equipos en servicio:

Factor de utilización	0,85	
-----------------------	------	--

Potencia de contratación	51,47	KW
--------------------------	-------	----

Por seguridad se establece un factor de mayoración de la instalación de:

Mayoración 25%	12,87	KW
----------------	-------	----

TOTAL POTENCIA (kW)	64,34	KW
---------------------	-------	----

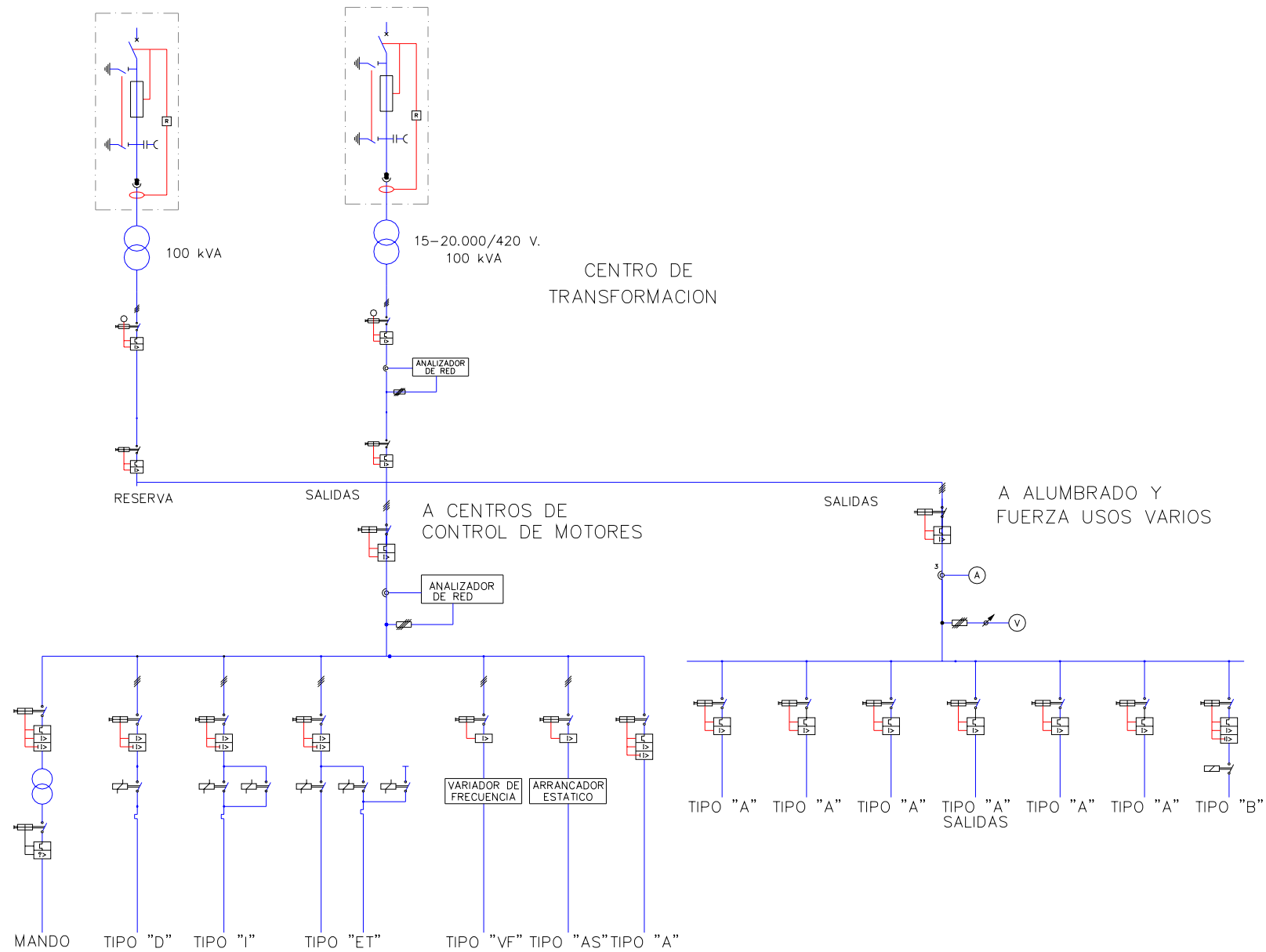
Coseno de Fi	0,80	
Nº de trafos en servicio	1,00	UDS
Potencia necesaria por trazo (kVA)	80,43	KVA
Potencia adoptada por trazo (kVA)	100,00	KVA

Potencia adoptada total de transformación (kVA)	100,00	KVA
---	--------	-----

ANEXO IV. ESQUEMA UNIFILIAR DE LA E.D.A.R.

Estimación de los motores a alimentar para la E.D.A.R.:

CCM ROBLLEDILLO DE LA JARA EQUIPO	Potencia (kW)	Uds instalados	Nº de servicio	Tipo salida
Cuchara bivalva	0,37	1,00	1,00	I
Puente grúa cuchara. Elevación	3,00	1,00	1,00	I
Puente grúa cuchara. Traslación	0,55	1,00	1,00	I
Bombas de agua bruta	1,10	4,00	3,00	VF
Compuerta motorizada canales desbate	0,37	2,00	2,00	I
Tamiz de finos	0,37	1,00	1,00	D
Tornillo transportador	1,10	1,00	1,00	D
Compuerta motorizada desarenador	0,37	1,00	1,00	I
Puente desarenador	0,18	1,00	1,00	D
Soplante desarenador	2,20	2,00	1,00	D
Bomba de arenas	0,55	1,00	1,00	D
Clasificador de arenas	1,00	1,00	1,00	D
Separador de grasas	0,37	1,00	1,00	D
Bombas de vaciado tanque de tormentas	2,20	2,00	1,00	D
Valvula reguladora caudal	0,17	1,00	1,00	D
Acelerador de corriente reactor biológico	1,50	2,00	2,00	D
Soplantes biologico	4,00	3,00	2,00	VF
Ventilador sala de soplantes	0,25	2,00	2,00	D
Bombas dosificadoras cloruro férrico	0,09	2,00	1,00	VF
Motorreductor decantación secundaria	0,18	2,00	2,00	D
Bomba de flotantes decantador 2ºs	2,20	2,00	1,00	D
Bombas de recirculacion externa	1,30	3,00	2,00	VF
Bombas de fangos en exceso	2,20	2,00	1,00	D
Espesador de fangos	0,12	1,00	1,00	D
Bombeo de fangos a camión	1,50	1,00	1,00	D
Bombas de agua de servicios	1,10	2,00	1,00	D
Filtro autolimpiante	0,09	1,00	1,00	D
Compresor de aire	2,20	1,00	1,00	D
Instalacion de desodorizacion	7,50	1,00	1,00	D
Medidor de PH en agua bruta	-	1,00	1,00	A
Medidor de temperatura en agua bruta	-	1,00	1,00	A
Medidor de caudal de agua bruta	-	1,00	1,00	A
Medidor de caudal de agua pretratada	-	1,00	1,00	A
Medidor de caudal a biológico	-	1,00	1,00	A
Medidores de oxigeno	-	2,00	2,00	A
Medidores de redox	-	2,00	2,00	A
Medidor de caudal de aire a biológico	-	1,00	1,00	A
Medidor de caudal recirculacion fangos	-	1,00	1,00	A
Medidor de caudal fangos en exceso	-	1,00	1,00	A
Medidor de caudal agua tratada	-	1,00	1,00	A
Medidor de nivel pozo de bombeo	-	1,00	1,00	A
Medidor de nivel en espesador	-	1,00	1,00	A
Interruptor de nivel tipo boya	-	14,00	14,00	A
Indicadores	-	12,00	12,00	A



Estimación del esquema unifilar para el suministro eléctrico de la E.D.A.R. de Robledillo de la Jara

INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

1. OBJETO	2
2. INSTRUMENTACIÓN	2
2.1. INTRODUCCIÓN	2
2.2. TIPOS DE INSTRUMENTACIÓN	3
2.3. INSTRUMENTACIÓN PROPUESTA	4
2.4. RELACIÓN DE EQUIPOS	5
3. INSTALACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	6
3.1. INTRODUCCIÓN	6
3.2. AUTOMATIZACIÓN POR LÍNEA DE PROCESO	6
3.3. COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL	8
3.4. RED DE COMUNICACIÓN	10
3.5. TIPOS DE SEÑALES POR ELEMENTO O INSTRUMENTOS	10
3.6. MODOS DE FUNCIONAMIENTO PREVISTOS	12
3.7. INSTALACIONES AUXILIARES	12

1. **OBJETO**

En este documento se describe la instrumentación habitual necesaria en este tipo de instalaciones.

Dado que este proyecto se centra en el dimensionamiento mecánico de la E.D.A.R., este documento se limita a la descripción de los requerimientos y los equipos de instrumentación y control a instalar.

2. **INSTRUMENTACIÓN**

2.1. **INTRODUCCIÓN**

En una instalación depuradora de aguas, en la que la mayoría de las instalaciones se automatizan y se telecontrolan, el capítulo de los sensores encargados de la adquisición de datos tiene una elevada importancia.

Los principales parámetros para la selección de equipos de instrumentación son:

- La tipología del sensor
- La fiabilidad del equipo
- La facilidad de instalación y mantenimiento

Para este proyecto se propone la instalación de captadores de la máxima calidad, cuya fiabilidad está ampliamente contrastada en numerosas instalaciones y se adaptan con exactitud a las necesidades del proyecto.

Para el correcto funcionamiento de la planta se instalará aquella instrumentación que nos permita obtener la siguiente información relevante s proceso de depuración:

- Caudales: Entrada y salida de tratamiento de agua, recirculación de fangos, etc
- Presiones: Bombeos y presiones diferenciales.
- Niveles: Pozos de bombeo, depósitos de agua, y depósitos de tratamiento.
- Temperaturas: Bobinados de motores, agua de en distintos puntos del tratamiento.
- Análisis: Conductividad, pH, potencial redox, turbidez.
- Alarmas: Por niveles, presiones altos o bajos, ph, presión diferencial en filtros, parada de motores por enclavamiento etc...
- Indicadores: Se instalarán indicadores locales de temperatura, caudal y presión.

Los equipos de instrumentación pueden tener distinta clasificación atendiendo a su disposición o exposición de los resultados.

- Por su disposición: Locales o en cuadro de control.
- Por la exposición de los resultados: Con indicador, con totalizador o con registrador individual o conjuntamente en el terminal central.

Además, en función de la señal a leer, la instrumentación puede ser:

○ **Digital**

Corresponde a las boyas de nivel, presostatos, termostatos, vacuostatos, etc, que representan una o varias entradas digitales al PLC.

Varias alarmas anunciadoras en el frontis del sinóptico vendrán definidas por estos elementos (sobrenivel, nivel bajo, presión alta, etc.).

Instrumentación digital, ID; BN.

Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Sinóptico
Abierto/Cerrado				En funcionamiento (luz roja)
TOTAL = 1				TOTAL = 1

○ Analógica

Corresponde a la medida continua de diversos parámetros de la planta depuradora que representa una entrada analógica por instrumento en el PLC.

Estas medidas vendrán representadas por indicadores digitales y totalizadores en el sinóptico de la planta, situado en la sala de control.

Se han suprimido los registradores al no resultar necesarios pues el PLC recibe la entrada analógica y por consiguiente, el ordenador puede emitir partes históricos e histogramas cuando se desee.

Instrumentación analógica, IA.

Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Sinóptico
			Nivel, Caudal, Tª, pH, Redox	Visualización valor
			TOTAL = 1	TOTAL = 1

2.2. TIPOS DE INSTRUMENTACIÓN

Los equipos de instrumentación habituales en una estación depuradora de aguas residuales son:

- Medidores de caudal
- Medidores de nivel ultrasonidos
- Sondas de nivel
- Medidor de pH y Tª
- Medidor de O₂
- Medidor Redox

A continuación se muestran unos ejemplos del tipo de instrumentación necesaria en cada uno de los procesos de la E.D.A.R. diseñada:

PROCESO A CONTROLAR	¿DÓNDE?	MEDIDORES
Medición de altura lámina de Agua	<ul style="list-style-type: none"> - Pozos de Bombeos - Parshall - Evitar colmatación de rejillas 	<ul style="list-style-type: none"> - Medidor ultrasónico - Boyas de nivel

PROCESO A CONTROLAR	¿DÓNDE?	MEDIDORES
Medición Condiciones del Proceso Biológico	En el reactor biológico. Permite Conocer y Controlar las condiciones en que se desarrolla el proceso biológico	<ul style="list-style-type: none"> • Sonda de PH: <ul style="list-style-type: none"> - Mide el PH de una solución ($= -\text{Log}_{10} [\text{H}^+]$) - Principio: La diferencia de PH provoca una fuerza electromotriz. - Necesidad de calibración del aparato de la sonda con una solución tipo • Sonda de Oxígeno <ul style="list-style-type: none"> - Mide el O disuelto en una solución - Principios: celda galvánica • Medidor de SS <ul style="list-style-type: none"> - Mide la concentración de sólidos en suspensión en las aguas residuales. - Las concentraciones de SS son muy variables - Existen distintos aparatos de medida s/ el rango de concentraciones: Turbidímetro. • Sonda de temperatura: Mide la temperatura con el principio de funcionamiento del termopar. • Sonda redox: Mide la tendencia oxidante reductora de una solución

2.3. INSTRUMENTACIÓN PROPUESTA

➤ Elemento: MEDIDOR DE CAUDAL ELECTROMAGNÉTICO

Objetivo: Conocer los flujos que atraviesan los distintos procesos del tratamiento de agua.

Dónde: Medición de caudal en:

- Entrada agua bruta
- Entrada agua a reactor biológico:
- Salida agua tratada
- Recirculación fangos
- Purga fangos
- Fangos espesados

Cómo:

- Caudalímetro electromagnético
- Canal Parshall con ultrasónico

➤ Elemento: MEDIDOR DE NIVEL ULTRASONIDOS

Objetivo: Medición de nivel en:

- Canales de desbaste
- Pozos de bombeo

➤ Elemento: SONDAS DE NIVEL

Objetivo: Control del nivel en:

- Canales de desbaste: Activa el mecanismo de limpieza automático
- Pozos de bombeo: Controla la marcha y parada de las diferentes bombas

➤ Elemento: MEDIDOR DE pH y Tª

Objetivo: Control del pH y Tª:

- Entrada agua bruta
- Balsa de neutralización
- Salida de agua tratada

➤ **Elemento: MEDIDOR DE OXÍGENO**

Objetivo: Control de la concentración de O₂ en reactor biológico

- Reactor biológico

➤ **Elemento: MEDIDOR POTENCIAL REDOX**

Utilidad: Control de la concentración de nitritos en el reactor biológico

- Reactor biológico

2.4. RELACIÓN DE EQUIPOS

Los equipos de instrumentación propuestos para cada unidad de proceso de la E.D.A.R. de Robledillo son los siguientes:

Obra de llegada
- 1 Ud. Medidor de nivel tipo radar
- 1 Ud. Medidor de pH.
- 1 Ud. Medidor de temperatura.
Medida caudal agua pretratada
- 1 Ud. Medidor electromagnético.
Medida caudal a tratamiento biológico
- 1 Ud. Medidor electromagnético
Tratamiento biológico
- 2 Ud. Medidor potencial redox.
- 2 Ud. Medidor oxígeno disuelto.
Medida de caudal de aire a biológico
- 2 Ud. Transmisor de presión
- 2 Ud. Medidor de caudal másico
Recirculación de fangos
- 2 Ud. Medidor electromagnético.
Fangos en exceso
- 1 Ud. Medidor electromagnético.
Espesador de gravedad
- 1 Ud. Medidor de nivel tipo radar
Agua tratada
- 1 Ud. Medidor electromagnético.

Todos los medidores tienen asociados un indicador digital en el correspondiente cuadro eléctrico.

3. INSTALACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

3.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la implantación de un sistema de control es facilitar explotación y mantenimiento de la planta.

La instalación suele estar centralizada en un edificio de control desde el que se monitorizan y controlan los parámetros de la E.D.A.R.

Se basa en el desarrollo de un sistema integrado de supervisión, control y automatización de planta de tratamiento de agua residual. Con dicha solución se obtienen grandes mejoras con respecto a una explotación tradicional: **Ahorro de energía, disponibilidad del personal para tareas de reparación, mantenimiento y mejoras de explotación, al evitar que realicen tareas rutinarias de proceso.**

El sistema de control permitirá el funcionamiento automático de la estación de tratamiento con la máxima fiabilidad, facilitará al personal encargado de la explotación y gestión de la planta toda la información precisa para conocer el estado de la estación y permitirá que se pueda actuar sobre el proceso.

A continuación se describen los procesos a automatizar en la estación depuradora de aguas residuales:

3.2. AUTOMATIZACIÓN POR LÍNEA DE PROCESO

3.2.1. BOMBEO DE AGUA BRUTA

El sistema de control actuará sobre los grupos de elevación de agua bruta teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Capacidades de la planta.
- Control del caudal impulsado y número de bombas en funcionamiento en función de la medida de nivel en el pozo.
- Rotación de bombas.
- Posibilidad de acumulación de la zona de bombeo.
- Consumo energético.
- Reducción del número de maniobras de la maquinaria.

Así mismo los equipos de control regularán el caudal impulsado a tratamiento, actuando sobre el variador de frecuencia con que está equipado uno de los grupos de elevación, en función de la medida de nivel en el pozo de bombeo.

3.2.2. PRETRATAMIENTO

Las misiones que se encomiendan a esta parte del proceso se pueden resumir esquemáticamente en:

- Control del agua de entrada mediante el cierre o apertura de las compuertas para adaptar el caudal de entrada a la capacidad de tratamiento de la planta según el número de líneas en servicio.

- Control de rejas y tamices, limpieza de los mismos dependiendo del grado de obstrucción y considerando una temporización variable según el caudal con tiempo máximo de paro para evitar adherencias.
- Control de desarenadores y desengrasadores, regulación del movimiento de los carros, recorrido temporizado en función del caudal de entrada y de su gradiente (El aumento del caudal provoca limpieza de colectores).
- Enclavamiento y temporización de todos los elementos relacionados con los procesos anteriores.

3.2.3. TRATAMIENTO BIOLÓGICO

El autómatas será el encargado de:

- Regular el caudal enviado al tratamiento biológico y controlar las compuertas de entrada a los distintas balsas para realizar una distribución homogénea e impedir una entrada de caudal superior al que esta parte de la planta sea capaz de tratar.
- Controlar el nivel de oxígeno en las cubas de aireación. Para el control y la regulación de oxígeno, el autómatas actuará sobre los variadores de frecuencia con que están equipadas dos de las soplantes, en función de la medida de oxígeno disuelto en las cubas, ajustando la producción de aire necesaria en cada momento para un rendimiento óptimo del sistema.
- Regulación del caudal de fangos biológicos en exceso actuando sobre los variadores de frecuencia de los grupos de bombeo.
- Regulación del caudal de recirculación externa de fangos actuando sobre los variadores de frecuencia de los grupos de bombeo, en función de la carga en las balsas y previsión de demanda

3.2.4. DECANTACIÓN

Se regulará el proceso de esta primera etapa mediante:

- Control del caudal de entrada a esta parte de las instalaciones, determinando el número de líneas que deben entrar en servicio y realizando la apertura o cierre de las compuertas de entrada a cada línea.
- Control de decantadores, bombas de fangos y flotantes, comprobando el funcionamiento correcto en las líneas y generando alarmas si se detectara alguna anomalía.
- Extracción de fangos en función de algoritmos de control predefinidos de forma temporizada
- Extracción de espumas por finales de carrera situados en el decantador e impulsión de las mismas por nivel en la arqueta
- Rotación de los equipos de bombeo de fangos en exceso.

Todos estos parámetros podrán ser modificados por el operador los cuales serán ajustados en la puesta en marcha, permaneciendo como seguridad ante la posible manipulación incorrecta.

El sistema se encuentra preparado para ampliar su capacidad de programación según vayan creciendo las necesidades de la planta. Asimismo, se podría implementar una programación específica en función de la hora, día de la semana, etc.

3.3. COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL

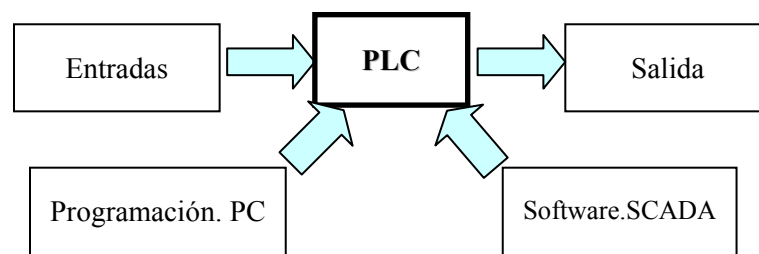
El núcleo de todo el Sistema está basado en una aplicación **SCADA** (Supervisory Control And Data Adquisition) implementada en el Centro de Control de la propia planta. Este Centro de Control aglutina y almacena toda la información en tiempo real de las instalaciones. Desde éste se podrá supervisar el funcionamiento de la planta, operar directamente los equipos de proceso y modificar los puntos de consignas de funcionamiento, así como modificar la programación los controladores remotamente.

La instalación de control consta de los siguientes elementos:

➤ **Hardware:**

- Automatas Programables (PLC): Automatiza procesos de la planta
 - Entradas
 - Digitales: Sensor, boya,..
 - Analógicas: Medidor de Q
 - Salidas:
 - Digitales: Contactor,..
 - Analógicas: Variador de frecuencia
- PC
- Cuadro Sinóptico: Muestra de forma rápida e intuitiva el estado de funcionamiento de la planta

➤ **Software: SCADA**



La automatización de la instalación diseñada se realizará en general mediante lógica programada, cuyo soporte serán los controladores lógicos programables (PLCs) y el PC de supervisión previstos.

Para conocer los parámetros de funcionamiento de la estación depuradora, el Centro de Control estará enlazado con cada uno de los PLCs instalados en los cuadros de control de motores. Estos PLCs serán los encargados de automatizar las instalaciones y adquirir las señales generadas en los procesos. Dicha información será proporcionada por la instrumentación de campo y por los Cuadros de Control de Motores. Esta información es tratada y manejada por unos algoritmos de funcionamiento implementados en los PLCs, que en base a unas consignas introducidas por los operadores del Centro de Control, llegan a unos resultados sobre cómo debe funcionar el proceso.

Los resultados de aplicar los algoritmos se traduce en la actuación automática sobre el proceso y la transmisión de dichas actuaciones al Centro de Control.

Las actuaciones para el sistema de control que se llevarán a cabo, se pueden aglutinar en los capítulos que enumeramos a continuación y que son ampliados en los siguientes apartados:

- Instrumentación (Nivel de Campo)
- Equipos de automatización y telecontrol (Nivel de Proceso)
- Software del Centro de Control (Nivel de Supervisión)

La instalación de automatización y control prevista contempla la instalación de los siguientes elementos:

- Un controlador lógico programable (PLC) junto a cada centro de control de motores (CCM)
- Una pantalla táctil en el frontal de cada armario de PLC
- Un ordenador de gestión.
- Red Ethernet
- Un video proyector.

3.3.1. PLC'S (Controladores lógicos programables)

Los PLC's de proceso realizarán los siguientes trabajos:

- Recepción de información del estado (funcionando, parada sin incidencia, parada por disparo de las protecciones) y modo de funcionamiento (manual o automático) de cada máquina.
- Arranque y parada automáticos de máquinas, de acuerdo con las lógicas programadas.
- Comunicación con el PLC del centro de control, para transmisión de información y recepción de órdenes si procede.

Cada PLC incorporará las tarjetas de entradas y salidas tanto digitales como analógicas precisas para la tarea a realizar.

3.3.2. Equipo de supervisión

El equipo de supervisión estará compuesto por un ordenador PC con el programa Scada, adecuado y dos impresoras, una de ellas para la impresión de alarmas e incidencias, y la otra para gráficas e informes históricos.

En cuanto a las impresoras, ambas serán del tipo chorro de tinta, la de gráficos e históricos en color, y la de alarmas, monocolor.

Basándose en la información recibida de la planta a través del autómat maestro, el ordenador podrá realizar las siguientes funciones:

- Conocer en cada momento el modo de funcionamiento de cada máquina (manual, automático, etc.).
- Conocer en cada momento el estado de cada máquina (marcha, parada sin incidencia, parada por disparo de las protecciones, compuerta o válvula abierta o cerrada, etc.).
- Valor instantáneo de las variables analógicas del proceso.
- Gestión de alarmas.
- Confeción de gráficos e informes históricos.
- Control de horas de funcionamiento de cada máquina.
- Maniobra de las máquinas y modificación de las consignas que se estimen oportunas.

3.4. RED DE COMUNICACIÓN

La comunicación entre los autómatas programables y entre estos y las estaciones de operación deberá constar como mínimo de módulos de comunicación, previstos en el autómata y de cable coaxial (ida y vuelta) con conector BNC.

Las características técnicas mínimas de la red serán las siguientes:

- Velocidad de transmisión: 1 Mb/seg.
- Modo de transmisión: half-duplex.
- Datos: 1.024 palabras.
- Indicación de fallos con 4 displays de 7 segmentos.
- Leds para control de la transferencia de datos.

3.5. TIPOS DE SEÑALES POR ELEMENTO O INSTRUMENTOS

Dependiendo del tipo de elemento a controlar las señales que se enviarán al PLC podrán ser las siguientes:

3.5.1. Arranque directo, D:

Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Sinóptico
Manual/0/ Automático	Marcha/ Paro			En funcionamiento (luz roja)
Defecto				
Confirmación marcha				
TOTAL = 3	TOTAL = 1			TOTAL = 1

3.5.2. Arranque con Variador de frecuencia, VF

Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Sinóptico
Manual/0/ Automático	Marcha/ Paro	Tensión/ Intensidad	Variación	En funcionamiento (luz roja)
Defecto				
Confirmación marcha				
TOTAL = 3	TOTAL = 1	TOTAL = 1	TOTAL = 1	TOTAL = 1

3.5.3. Arrancador electrónico, AE.

Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Sinóptico
Manual/0/ Automático	Marcha/ Paro			En funcionamiento (luz roja)
Defecto				
Confirmación marcha				
TOTAL = 3	TOTAL = 1			TOTAL = 1

3.5.4. Compuertas y válvulas automáticas motorizadas, INV.

Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Sinóptico
Manual/0/ Automático	Marcha/ Paro (2)			En funcionamiento (luz roja) (2)
Defecto				
Confirmación marcha (2)				
Final carrera (2)				
TOTAL = 6	TOTAL = 2			TOTAL = 2

3.5.5. Alimentaciones tetrapolares, AL4.

Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Sinóptico
Defecto				
TOTAL = 1				

3.5.6. Arranque estrella-triángulo, E-T.

Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Sinóptico
Manual/0/ Automático	Marcha/ Paro			En funcionamiento (luz roja)
Defecto				
Confirmación marcha				
TOTAL = 3	TOTAL = 1			TOTAL = 1

3.6. MODOS DE FUNCIONAMIENTO PREVISTOS

Según las máquinas de que se trate, se prevé para ellas solo el modo de funcionamiento manual, o el manual y automático, siendo las particularidades de cada modo las que se describen a continuación.

- La característica esencial del funcionamiento manual será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) será tomada a su voluntad por el operador, ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (botoneras, potenciómetros, etc.), y ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc.).
- En cuanto al funcionamiento automático, su característica esencial será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) será tomada por el PLC, transmitida al sistema por medio de salidas digitales y analógicas, y ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc) sin intervención del operador.
- Puesto que se contempla la instalación de un PC de gestión, comunicado con el PLC cabrá la posibilidad del modo de funcionamiento semiautomático. En este modo, la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) será tomada a su voluntad por el operador, siendo ordenada al sistema mediante el teclado del PC, transmitida a la instalación de automatización a través del PLC conectado al anterior y ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc.).

Cualquiera sea el modo de funcionamiento, las maniobras estarán siempre limitadas por los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo.

La elección del modo de funcionamiento de una máquina cuando admita diversas posibilidades, se hará mediante el selector adecuado.

3.7. INSTALACIONES AUXILIARES

3.7.1. Panel Sinóptico

En la Sala de Control se suele instalar un panel Sinóptico con la representación gráfica de la depuradora y de los circuitos principales del tratamiento.

Todos los elementos activos representados, bombas, compuertas, etc... llevarán incluido el dibujo del correspondiente elemento, pilotos y diodos LED de 24 V, de super-alta luminosidad, con difusor rasante, cableados a placas de interconexión con doble diodo para prueba de lámparas, incluido pulsador y resistencias para la caída de tensión, con indicación del estado de marcha, parada o fallo del elemento en cuestión.

ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

ÍNDICE

1.	OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO	2
2.	NORMATIVA APLICABLE	2
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
4.	CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL AREA DE ACTUACIÓN.....	7
5.	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	9
6.	MEDIDAS PARA REDUCIR, MINIMIZAR O ELIMINAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES PREVISTOS	19
7.	PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL.	22

1. OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO

En este documento se lleva a cabo un estudio de Impacto Ambiental para el proyecto de Construcción de la depuradora de aguas residuales de Robledo de la Jara. El objetivo es evaluar la posible incidencia ambiental del Proyecto, tanto sus aspectos positivos como negativos, estudiando sus fases relativas a la construcción y explotación del mismo.

El contenido del Estudio de Impacto Ambiental se desarrolla atendiendo a la siguiente secuencia metodológica:

- Descripción del Proyecto e identificación de las acciones susceptibles de originar impactos, contemplando las distintas alternativas preseleccionadas.
- Inventario Ambiental: descripción y valoración del medio natural y socioeconómico en su estado preoperacional.
- Identificación, caracterización y valoración de impactos. Evaluación del Impacto Global del Proyecto.
- Proposición de medidas preventivas y correctoras dirigidas a proteger, y/o atenuar los efectos negativos derivados de la ejecución del Proyecto.
- Elaboración de un Programa de Vigilancia Ambiental adaptado a la fase de ejecución de las obras y durante el funcionamiento.

2. NORMATIVA APLICABLE

MEDIO AMBIENTE EN GENERAL

Legislación autonómica de la Comunidad de Madrid

Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid (BOCM de 1 de julio de 2002)

Legislación estatal

Ley 8/2007, de 28 de mayo, de Suelo.

Ley 38/1995, de 12 de diciembre, sobre el Derecho de Acceso a la Información en Materia de Medio Ambiente (B.O.E. nº 297, de 13.12.95).

RESIDUOS

Legislación autonómica de la Comunidad de Madrid

Acuerdo de 18 de octubre de 2007, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid. (BOCM de 5 de noviembre de 2007)

Orden 2737/2006, de 4 de agosto, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se modifica la Orden 2505/2005, de 2 de agosto, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, de bases reguladoras y convocatoria de subvenciones a las Corporaciones Locales para la construcción y equipamiento de Centros de Recogida de Residuos Valorizables y Especiales (Puntos Limpios), modificada por la Orden 1520/2006, de 3 de mayo, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. (BOCM de 14 de agosto de 2006)

Orden 2690/2006, de 28 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid. (BOCM de 14 de agosto de 2006. Corrección de errores: BOCM de 2 de octubre de 2006)

Orden 1520/2006, de 3 de mayo, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se modifica la Orden 2505/2005, de 2 de agosto, de la Consejería de Medio Ambiente y

Ordenación del Territorio, de bases reguladoras y convocatoria de subvenciones a la Corporaciones Locales para la construcción y equipamiento de Centros de Recogida de Residuos Valorizables y Especiales (Puntos Limpios) (BOCM de 25 de mayo de 2006)

Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid (BOCM de 31 de marzo de 2003)

Decreto 93/1999, de 10 de junio, del Consejo de Gobierno, sobre gestión de pilas y acumuladores usados en la Comunidad de Madrid (BOCM de 22 de junio de 1999. Corrección de errores: BOCM de 2 de julio de 1999)

Decreto 83/1999, de 3 de junio, del Consejo de Gobierno, por el que se regulan las actividades de producción y de gestión de residuos biosanitarios y citotóxicos en la Comunidad de Madrid. (BOCM de 14 de junio de 1999. Corrección de errores: BOCM de 1 de julio de 1999)

Decreto 4/1991, de 10 de enero, del Consejo de Gobierno, por el que se crea el Registro de Pequeños Productores de Residuos Tóxicos y Peligrosos. (BOCM de 4 de febrero de 1991)

Legislación estatal

REAL DECRETO 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos Tóxicos y Peligrosos (B.O.E. nº 182, de 30.7.88), modificado por el REAL DECRETO 952/1997, de 20 de junio (B.O.E. nº 160, de 5.7.97).

ORDEN de 28 de febrero de 1989 que regula la Gestión de Aceites Usados (B.O.E. nº 57, de 8.3.89), modificada por la ORDEN de 13 de junio de 1990 (B.O.E. nº 148, de 21.6.90).

ORDEN de 14 de abril de 1989 sobre regulación de PCB's.

ORDEN de 13 de octubre de 1989 por la que se determinan los Métodos de Caracterización de los Residuos Tóxicos y Peligrosos (B.O.E. nº 270, de 10.11.89).

REAL DECRETO 108/1991, de 1 de febrero, sobre Prevención y Reducción de la Contaminación del Medio Ambiente Producida por el Amianto (B.O.E. nº 32, de 6.2.91).

ORDEN de 18 de abril de 1991, sobre Normas para Reducir la Contaminación Producida por los Residuos Procedentes de las Industrias de Dióxido de Titanio (B.O.E. nº 102, de 29.4.91).

REAL DECRETO 45/1996, de 19 de enero, por el que se regulan diversos aspectos relacionados con las Pilas y Acumuladores que contengan determinadas materias peligrosas (B.O.E. nº 48, de 24.2.96).

LEY 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases (B.O.E. nº 99, de 25.4.97), modificada por la LEY 50/1998 (B.O.E. nº 313, de 30.12.98).

LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (B.O.E. nº 96, de 22.4.98).

REAL DECRETO 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el Desarrollo y Ejecución de la LEY 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases (B.O.E. nº 104, de 1.5.98).

ORDEN de 27 de abril de 1998 por la que se establecen las cantidades individualizadas a cobrar en concepto de depósito y el símbolo identificativo de los envases que se pongan en el mercado a través del sistema de depósito, devolución y retorno regulado en la LEY 11/97, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases (B.O.E. nº 104, de 1.5.98; Corrección de errores: B.O.E. nº 120, de 20.5.98).

ORDEN de 21 de octubre de 1999 por la que se establecen las condiciones para la no-aplicación de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, a las cajas y paletas de plástico reutilizables que se utilicen en una cadena cerrada y controlada (B.O.E. nº 265, de 5.11.99).

REAL DECRETO 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

REAL DECRETO 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados (B.O.E. nº 15, de 18.01.05).

SUELOS CONTAMINADOS

Legislación autonómica de la Comunidad de Madrid

Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades especialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

Decreto 326/1999, de 18 de noviembre, por el que se regula el Régimen Jurídico de los Suelos Contaminados de la Comunidad de Madrid.

ORDEN 761/2007, de 2 de abril, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se modifica la Orden 2770/2006, de 11 de agosto, por la que se establecen niveles genéricos de referencia de metales pesados y otros elementos de traza de suelos contaminados de la Comunidad de Madrid.

Orden 2770/2006, de 11 de agosto, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se procede al establecimiento de niveles genéricos de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos contaminados de la Comunidad de Madrid

RUIDOS Y VIBRACIONES

Legislación autonómica de la Comunidad de Madrid

DECRETO 78/1999, de 27 de mayo, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad de Madrid.

Legislación estatal

Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas

REAL DECRETO 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas maquinarias de uso al aire libre.

REAL DECRETO 245/1989, de 27 de febrero, sobre Determinación y Limitación de la Potencia Acústica Admisible de determinado material y maquinaria de obra (B.O.E. nº 60, de 11.3.89), modificaciones al anexo I en la ORDEN de 17 de noviembre de 1989 (B.O.E. nº 288, de 1.12.89) y en la ORDEN de 18 de julio de 1991 (B.O.E. nº 178, de 26.7.91).

ORDEN de 16 de diciembre de 1998 por la que se regula el Control Meteorológico del Estado sobre los Instrumentos Destinados a Medir Niveles de Sonido Audible (B.O.E. nº 311, de 29.12.98).

LEY 37/2003, del Ruido, 18 de noviembre de 2003.

REAL DECRETO 1531/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.

GESTIÓN Y AUDITORÍAS AMBIENTALES

Legislación de la Comunidad de Madrid

Decreto 25/2003, de 27 de febrero, del Consejo de Gobierno, por el que se establece el procedimiento para la aplicación en la Comunidad de Madrid del Reglamento (CE) 761/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambiental (EMAS). (BOCM de 17 de marzo de 2003. Corrección de errores: BOCM de 10 de abril de 2003)

Legislación estatal

REAL DECRETO 85/1996, de 26 de enero, por el que se establecen Normas para la Aplicación del REGLAMENTO (CEE) 1836/93, del Consejo, de 29 junio, por el que se permite que las empresas del Sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un Sistema Comunitario de Gestión y Auditoria Medioambientales (B.O.E. nº 45, de 21.2.96).

ACTIVIDADES MOLESTAS, INSALUBRES, NOCIVAS Y PELIGROSAS

Legislación estatal

DECRETO 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (R.A.M.I.N.P.) (B.O.E. nº 292, de 7.12.61), modificado por la ORDEN de 15 de marzo de 1963 (B.O.E. nº 79, de 2.4.63) y por el DECRETO 3494/1964, de 5 de noviembre (B.O.E. nº 267, de 6.11.64).

DECRETO 2183/1968, de 16 de agosto, por el que se regula la aplicación del R.A.M.I.N.P. en Zonas de Dominio Público (B.O.E. de 20.9.68).

PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ATMOSFÉRICO

Legislación de la Comunidad de Madrid

Estrategia de calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid (2006-2012). Plan Azul
ORDEN 1433/2007, de 7 de junio, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se aprueba la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid 2006-2012. Plan Azul.

Decreto 118/2005, de 27 de octubre, del Consejo de Gobierno, por el que se crea la Comisión de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid. (BOCM de 15 de noviembre de 2005)

Legislación estatal

LEY 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico (B.O.E. nº 309, de 26.12.72).

DECRETO 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la LEY 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico (B.O.E. nº 96, de 22.4.75; Corrección de errores: B.O.E. nº 137, de 9.6.75), modificado por el REAL DECRETO 547/1979, de 20 de febrero (B.O.E. de 23.3.79).

ORDEN de 18 de octubre de 1976 sobre Prevención y Corrección de la Contaminación Industrial de la Atmósfera (B.O.E. nº 290, de 3.12.76).

REAL DECRETO 1613/1985, de 1 de agosto, en el que se establecen nuevas Normas de Calidad del Aire en lo referente a la Contaminación por Dióxido de Azufre y Partículas (B.O.E. nº 219, de 12.9.85), modificado parcialmente por el REAL DECRETO 1321/1992, de 30 de octubre (B.O.E. nº 288, de 1.12.92).

REAL DECRETO 717/1987, de 27 de mayo, en el que se establecen nuevas Normas de Calidad del Aire en lo referente a la Contaminación Atmosférica por Dióxido de Nitrógeno y Plomo (B.O.E. nº 135, de 6.6.87).

REAL DECRETO 1494/1995, de 8 de septiembre, sobre Contaminación Atmosférica por Ozono (B.O.E. nº 230, de 26.9.95).

LEY 4/1998, de 3 de marzo, por la que se establece el Régimen Sancionador previsto en el REGLAMENTO (CE) 3093/1994, del Consejo, de 15 de diciembre, relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono (B.O.E. nº 54, de 4.3.98).

PROTECCIÓN AMBIENTAL, EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN DE ESPACIOS NATURALES Y ESPECIES

Legislación autonómica de la Comunidad de Madrid

Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid. (BOCM de 31 de diciembre de 2005. Corrección de errores: BOCM de 19 de enero de 2006)

Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid (BOCM de 1 de julio de 2002)

Legislación estatal

Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental (BOE, 9 de mayo de 2001).

Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de octubre, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986m de evaluación de impacto ambiental (BOE, 7 de octubre de 2000).

Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental. (BOE, 30 de junio de 1986). Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986 (BOE, 5 de octubre de 1988).

LEY 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

PATRIMONIO

Legislación estatal

LEY 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (B.O.E. nº 155, de 29.6.85, corrección de errores B.O.E. nº 296, de 11.12.85).

LEY 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias (B.O.E. nº 71, de 24.3.95).

REAL DECRETO 111/96, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la LEY 16/1985 de Patrimonio Histórico Español (B.O.E. nº 24, de 28.1.86, corrección de errores B.O.E. nº 26, de 30.1.86 y nº 53, de 3.3.86).

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. ÁMBITO DE ACTUACIÓN

La zona de estudio se localiza íntegramente en la Comunidad Autónoma de Madrid, concretamente en el término municipal de Robledillo de la Jara.

Robledillo de la Jara se sitúa en el sector septentrional de la provincia de Madrid, limitando al este con Puebla de la Sierra y El Atazar, al sur con Cervera de Buitrago, al oeste con Puentes Viejas, y con Berzosa del Lozoya al norte.

El término municipal está dividido en dos vertientes: una oriental que vierte sus aguas en la cuenca del Riato, afluente del Lozoya, y otra occidental que vierte directamente sobre el río Lozoya que se encuentra embalsado en esta zona por las presas de El Villar y El Atazar. A ellas desembocan los arroyos Aborrero y de la Dehesa, situándose entre ambos el lugar de Robledillo, a una altitud de 1.042 m.

Las obras a realizar se emplazarán en una parcela situada al oeste del núcleo urbano (parcela 172 del Polígono 1 que tiene una superficie total de 3.780 m²), y afectará también al espacio que ocupará el colector de agua bruta y emisario de agua tratada al Arroyo de Robledillo

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

En este capítulo se comentarán los principales aspectos a tener en cuenta respecto a la ejecución de las obras.

➤ **Descripción de la parcela**

Las instalaciones correspondientes a la nueva EDAR de Robledillo de la Jara se ejecutarán en el espacio previsto para ello que se corresponde con la parcela 172 del polígono 1 del término municipal.

Dicha parcela tiene una superficie aproximada de 3.780 m², ocupando las obras a ejecutar únicamente una superficie aproximada de 1.943 m². La parcela se sitúa al pie de una ladera con pendientes del terreno del orden del 30 %.

➤ **Movimiento de tierras**

El proceso a seguir para llevar a cabo el movimiento de tierras se resume a continuación:

- Desbroce general de la parcela, eliminando si fuera preciso la capa superficial alterada o de mala calidad.
- Excavación general de la parcela hasta alcanzar la cota de urbanización, prosiguiendo la excavación en las zonas de aparatos que cimentan por debajo de la cota del terreno natural hasta alcanzar la cota de cimentación de cada uno de ellos. A partir de ahí se procederá a la ejecución de las soleras. En el caso de que la cota de urbanización estuviera por encima del terreno natural, se procederá al vaciado en las zonas de aparatos, extendiendo el terraplén una vez concluidos los mismos.
- Ejecución de las diversas fábricas, rellenando el trasdós con material seleccionado procedente de la excavación o de préstamos hasta alcanzar el nivel de urbanización o de cimentación de los edificios o aparatos más superficiales.
- Terraplén con material seleccionado de la excavación o de préstamo hasta alcanzar el nivel de urbanización, cuando sea preciso.

➤ **Urbanización**

Los viales a construir se han proyectado con un ancho de 5 metros. La sección de firme es de 20 cm de zahorra artificial, 20 cm de zahorra natural y 5 cm de mezcla bituminosa en caliente con su correspondiente riego de adherencia. El cajeadado se realiza sobre el terreno.

Se prevé tanto el cerramiento de la totalidad de la parcela, como el cerramiento de la superficie ocupada por las nuevas instalaciones.

➤ **Tuberías**

Las conducciones de llegada a planta se ejecutan en tubería de hormigón armado de diámetro Ø400 mm.

Las redes de pluviales están diseñadas con tubería de PVC de diámetro Ø316.

➤ **Camino de acceso**

Para acceder a la nueva instalación de la planta diseñada se utilizará el camino de acceso existente, previéndose su acondicionamiento para que sean compatibles con el uso previsto.

En Robledillo de la Jara se proyecta la pavimentación de 780 m de camino a base de extendido de 20 cm de zahorra artificial y 5 cm de MBC.

4. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL AREA DE ACTUACIÓN

4.1. CLASIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

La legislación española sobre evaluación de impacto ambiental, respecto a proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua, se recoge en Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

Las variables ambientales estudiadas en el presente estudio son las siguientes:

Medio Abiótico:

- Climatología
- Calidad del Aire
- Geología
- Geomorfología
- Edafología
- Hidrología

Medio Biótico:

- Vegetación
- Fauna

Espacios naturales protegidos

Red Natura 2000

Hábitats Naturales y Prioritarios

Paisaje

Vías pecuarias

Patrimonio histórico y arqueológico

Medio Socioeconómico

4.2. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

ROBLEDILLO DE LA JARA

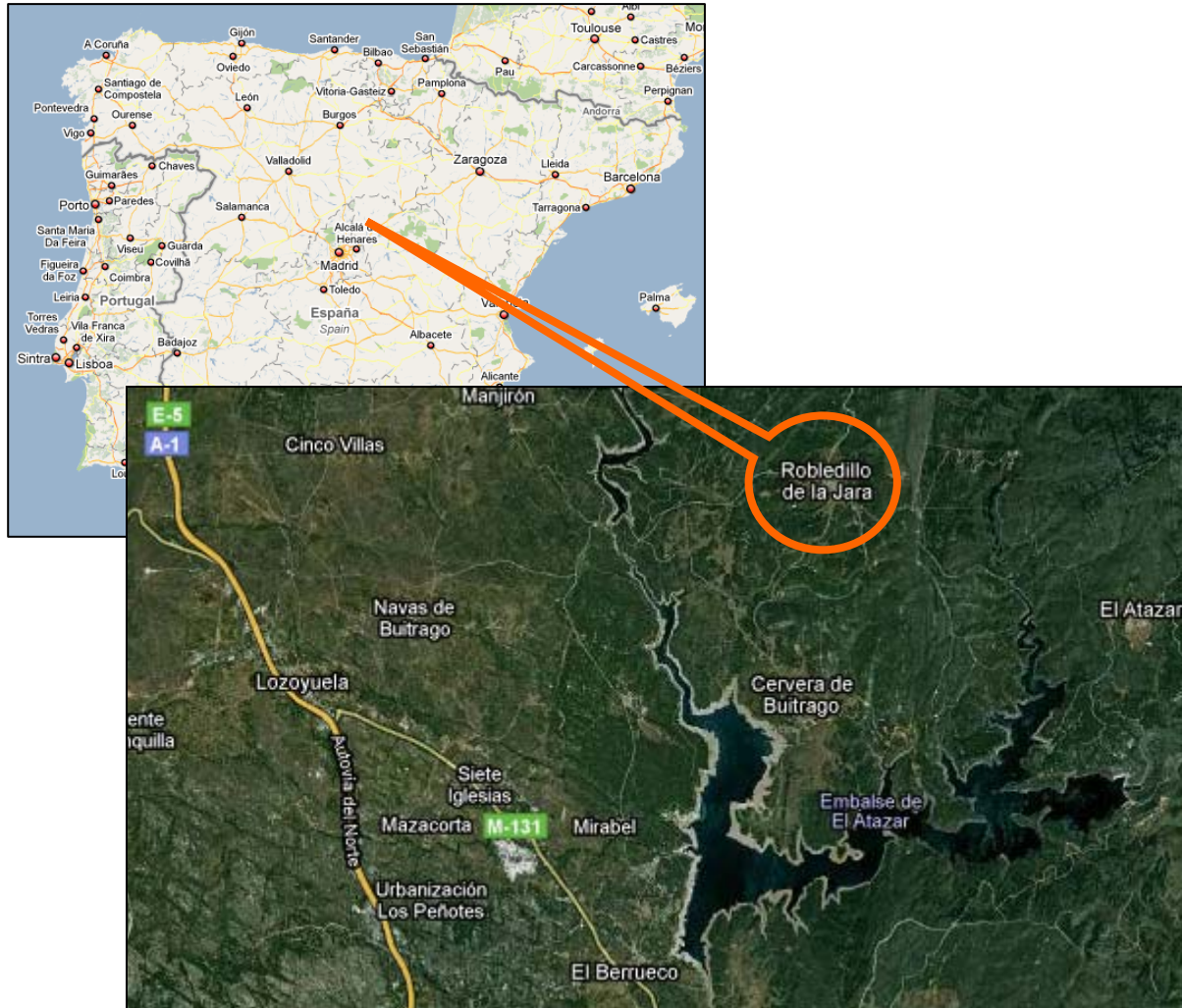
- Altitud: 1.042 m.
- Superficie: 20,3 km²
- Población: 130 habitantes.
- Distancia desde Madrid: 81 km.
- Accesos: Acceso por carretera: A-1 hasta la salida 60, donde se continúa por la M-127 hasta Robledillo de la Jara, pasando previamente por El Berrueco.

Robledillo de la Jara se sitúa en el sector septentrional de la provincia de Madrid, en las estribaciones de los Cerros de la Mujer Muerta. Su territorio está atravesado en dirección Norte-Sur por una barrera montañosa que oscila entre los 1.000 y los 1.300 m. de altitud. Esta barrera divide el término en dos vertientes: una oriental que vierte sus aguas en la cuenca del Riato, afluente del Lozoya, y otra occidental, en declive sobre el propio río Lozoya que se encuentra embalsado en esta zona por las presas de El Villar y El Atazar. A ellas desembocan los arroyos Aborrero y de la Dehesa, situándose entre ambos el lugar de Robledillo, a una altitud de 1.042 m., en un terreno despejado con fuertes pendientes hacia el Oeste y magníficas vistas. Desde el punto de vista medioambiental cuenta con una gran riqueza por su proximidad a la reserva cinegética del Sonsaz y al Hayedo de Montejo.

En su entorno inmediato se cultivan algunos pequeños huertos con escasa incidencia en el paisaje circundante, formado por monte bajo, jara y retamas sobre todo, con algunos pinares jóvenes en la zona de repoblación mientras que en los valles encajonados por donde bajan los ríos, aparecen los robledales autóctonos mezclados con madroños, encinas y alcornoques

aislados.

En las laderas sobre el Lozoya, con orientación suroeste que garantiza el asoleo y protegidas del viento, existían plantaciones de las que sólo quedan las cercas de piedra que las limitaban y protegían frente a los animales.



Fuente: <http://maps.google.es/>

Son zonas de dehesas de encinas con claros de pastizal. En el estrato arbóreo domina la encina y acompañando a esta especie, en el estrato arbustivo aparece la jara pringosa, el enebro, el espino y algunas manchas de arce de Montpellier (*Arcer monspessulanum*). En el estrato herbáceo, la especie que predomina es el cantueso con presencia de cardos.

El ganado lanar era la base de la economía comarcal y los rebaños bajaban en gran número por la Cañada Real de La Hiruela que atraviesa el término por el noroeste, tras cruzar el Lozoya por el puente medieval de El Villar, hoy despoblado.

5. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

5.1. METODOLOGÍA Y OBJETIVOS

En primer lugar se definen las Acciones de las obras y puesta en funcionamiento de la EDAR susceptibles de producir impactos sobre el medio estudiado. Para ello se comienza por definir las

acciones más generales y, mediante un proceso de desagregación hacia lo concreto y rechazo o criba de aquellas de poca importancia, se selecciona las más concretas y susceptibles de producir impactos de mayor magnitud.

Combinando ambos conocimientos se podrán diseñar las correspondientes medidas correctoras que tiendan a, por una parte, atenuar la incidencia de las acciones más destructivas y, por otra, a proteger los elementos del entorno más frágiles, sensibles y reactivos frente a esas acciones.

5.2. ACCIONES DEL PROYECTO SUSCEPTIBLES DE PRODUCIR IMPACTO

En este apartado se analizarán aquellas acciones de las obras que pueden provocar o modificar en alguna medida el medio.

A la vista de la documentación facilitada, se ha realizado una clasificación según fases, elementos y, finalmente, acciones de las obras, que son las que posteriormente serán enfrentadas a los factores ambientales mediante una matriz de cruces.

I. Fase de Planificación de las obras (Sin acciones significativas)

II. Fase de Construcción

A continuación se citan las acciones concretas de las obras que, durante la fase de construcción o de ejecución de las mismas, puedan tener alguna incidencia negativa en alguno de los factores ambientales del entorno objeto de estudio.

5.2.1. FASE DE PLANIFICACIÓN DE LAS OBRAS

Se trata de una fase que no presenta acciones significativas, ya que se trata de la fase propia de definición y diseño de las infraestructuras que entrarán a formar parte de las actuaciones a llevar a cabo.

Sin embargo, por tratarse de la fase propia de definición de las infraestructuras es una fase fundamental para minimizar los impactos sobre el entorno.

5.2.2. FASE DE CONSTRUCCIÓN

➤ Construcción de la E.D.A.R.

- Desbroce de la vegetación: se refiere a la eliminación de vegetación en las zonas afectadas por el proyecto.
- Movimiento de tierras: se refiere a los movimientos de tierras para la construcción de cimentaciones, rasanteo de soleras, etc. Aquí se incluye la ocupación permanente de terrenos para la construcción de terraplenes y desmontes, disposición de zonas de vertido y escombreras, etc.
- Obra Civil: Incluye la construcción y levantamiento de las instalaciones de la EDAR, así como la urbanización.

➤ Colector de agua bruta a ejecutar

- Desbroce de la vegetación: se refiere a la eliminación de vegetación en las zonas afectadas por el proyecto.
- Movimiento de tierras: se refiere a los movimientos de tierras para la abertura de zanjas, construcción de cimentaciones, rasanteo de soleras, etc.

- Obra Civil: incluye las acciones necesarias para construir el nuevo colector.

➤ **Colector de agua tratada**

- Movimiento de tierras: se refiere a los movimientos de tierras para la abertura de zanjas, construcción de cimentaciones, rasanteo de soleras, etc. Aquí se incluye la ocupación permanente de terrenos para la construcción de terraplenes y desmontes, disposición de zonas de vertido y escombreras, etc.
- Obra Civil: incluye las acciones necesarias para realizar la instalación de la tubería de agua tratada.

➤ **Obras y trabajos auxiliares**

- Ocupación del espacio durante las obras: Referida al hecho en sí de ocupar un espacio con edificios auxiliares, maquinaria, etc. relacionándolo con la vocación o uso del suelo en ese espacio. Se incluye aquí la ocupación de terrenos necesaria para el acopio de materiales, parque de maquinaria, oficinas de obra e instalaciones provisionales para los trabajadores y caminos de acceso temporal necesarios.
- Acondicionamiento de accesos y vías de servicio: se refiere al acondicionamiento de los accesos necesarios para el paso de maquinaria y vehículos para llevar a cabo las obras.
- Movimiento de maquinaria y tránsito de vehículos: Durante la construcción es imprescindible el empleo de maquinaria pesada de diferentes características, existiendo un movimiento de vehículos propios de la misma que emiten gases, partículas, ruidos, etc., que es preciso considerar. Además el tránsito de maquinaria pesada produce compactación del suelo, emisión de polvo y ruido, así como riesgo de vertidos accidentales.

5.2.3. FASE DE EXPLOTACIÓN

En esta fase de explotación el principal impacto en el entorno estará generado por la presencia de las nuevas infraestructuras de la EDAR y su funcionamiento.

- **Funcionamiento de la EDAR**
- **Funcionamiento del colector de agua bruta**
- **Funcionamiento del colector de agua tratada**

5.3. FACTORES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE SUFRIR IMPACTO

A la vista de la información recopilada en la elaboración del inventario, se definen los puntos más significativos que podrían verse afectados por la realización de las obras. Estos factores serán se analizarán en relación con las Acciones previstas en las obras mediante una matriz de cruces.

Medio abiótico

- Calidad del Aire: Partículas en suspensión y ruido
- Agua: Calidad de las aguas
- Suelo: Relieve y topografía

Medio biótico

- Vegetación

- Fauna

Medio perceptual

Espacios naturales protegidos

Medio socioeconómico

- Población (empleo, aceptación social, infraestructuras)
- Sectores económicos afectados

Patrimonio histórico artístico

Vías pecuarias

5.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación se describen de manera general los impactos que pueden producir las principales actuaciones de las obras y su puesta en funcionamiento:

5.3.1.1. Impacto sobre la Calidad del Aire

Durante la ejecución de las obras, debido al movimiento de tierras y el transporte de vehículos y materiales, se verá incrementada la contaminación atmosférica y el ruido de manera local por los territorios donde se desarrollen estas actuaciones. Esto será debido al polvo que se produzca y a las emisiones de CO₂ y partículas en suspensión procedentes de la maquinaria de obra y vehículos de transporte. No obstante, se trata de efectos que desaparecerán tras la fase de ejecución, una vez finalizadas las obras.

5.3.1.2. Impacto sobre la Geología-Geomorfología

Las acciones que pueden provocar un mayor impacto sobre la geología y/o geomorfología son los movimientos de tierras durante la fase de construcción, que conllevan ciertos cambios en el relieve para adaptar el terreno a las necesidades que requiere el proyecto.

5.3.1.3. Impacto sobre la Edafología

La fase de construcción implica la modificación de las propiedades del suelo como son la estructura, la textura, la porosidad, etc. Actividades como el tránsito de vehículos, y la ocupación del terreno suponen la compactación del suelo. El movimiento de tierras y el acondicionamiento de accesos destruyen los horizontes superficiales. Además hay que tener en cuenta la desprotección del suelo frente a la acción erosiva del agua y del viento.

5.3.1.4. Impacto sobre la Hidrología

En general, el establecimiento de nuevas estructuras sobre el terreno, así como las actividades comprendidas en el movimiento de tierras (excavaciones, movimiento de tierras, etc.) modifican la dinámica hidrológica, desviando la escorrentía superficial de la zona de manera temporal.

5.3.1.5. Impacto sobre la Vegetación

Los impactos que se puedan producir en la fase de construcción afectarán a la vegetación existente en los terrenos donde se va a construir la EDAR, en los que existen una vegetación de tipo herbáceo, y al nuevo trazado del colector que discurrirá por una zona compuesta por herbáceas y unidades arbóreas de *Quercus pyrenaica* y *Quercus ilex* que en principio no se verán alterados ya que el colector discurrirá bajo el camino existente. Una vez realizados los trabajos, ni la explotación de la EDAR ni las conducciones va a suponer impacto alguno sobre las formaciones vegetales terrestres.

Durante la fase de explotación, el aumento de la capacidad de depuración de la EDAR permitirá una mayor calidad química del agua vertida.

ROBLEDILLO DE LA JARA. DETALLES DEL ENTORNO



Foto 1. Detalle de un tipo de vegetación por donde discurrirán el colector, la acometida de agua potable y se restituirá el camino de acceso, compuesta por herbáceas y unidades arbóreas de *Quercus pyrenaica*



Foto 2. Vegetación existente en las superficies donde se realizará la restitución del camino y se instalará el colector y la acometida de agua potable, compuesta por herbáceas y algún ejemplar arbóreo de *Quercus ilex*.



Foto 3. Otras superficies donde discurrirán las instalaciones citadas donde se desarrolla un tipo de vegetación de tipo herbáceo y en los márgenes del camino ejemplares arbóreos de *Fraxinus angustifolia* y *Ulmus minor*



Foto 4. Otras superficies donde discurrirán las instalaciones de conducción y camino a la EDAR donde se desarrolla únicamente vegetación de tipo herbáceo



Foto 5. Espacio donde se prevé la implantación de la EDAR en el que se desarrolla una vegetación de tipo herbácea y arbustiva, compuesta fundamentalmente por *Cistus ladanifer*



Foto 6. Otra perspectiva de la parcela donde se ubicará la EDAR en la que se puede observar la predominancia de vegetación compuesta por *Cistus ladanifer*

5.3.1.6. Impacto sobre la Fauna

La ubicación de las obras de la EDAR se ejecutará en un recinto cerrado por lo que no producirá afección alguna a ninguna especie faunística de interés.

Durante la fase de construcción del colector podría ocasionar alguna afección puntual al hábitat de la fauna presente en los alrededores de la vía pecuaria.

La finalidad del proyecto es mejorar la calidad de las aguas vertidas, por lo que se prevé un impacto positivo sobre la fauna durante la fase de explotación.

5.3.1.7. Impacto sobre Espacios Naturales Protegidos

En la zona de obras no existen espacios naturales protegidos. El entorno será afectado durante las obras por la ejecución del colector que lo atraviesa, pero durante la fase de explotación se verá afectado positivamente ya que el nuevo colector discurrirá enterrado y se restaurará la superficie vegetal que lo ocupa.

5.3.1.8. Impacto sobre Vías Pecuarias

La vía pecuaria existente en la zona de estudio se denomina “Colada de la Umbría de la Mata al Molino de Villar”. La tubería de agua bruta discurrirá paralela a este camino.

5.3.1.9. Impacto sobre el Patrimonio Histórico Artístico

Se considera que no existirá afección sobre ningún elemento histórico ni yacimiento arqueológico.

5.3.1.10. Impacto sobre el Paisaje

Los impactos sobre el paisaje se producirán durante la fase de obras y serán mínimos, ya que se encuentran fuera de espacios de especial valor paisajístico.

5.3.1.11. Impacto sobre el Medio Socioeconómico

En general la puesta en funcionamiento de la EDAR será positiva para el entorno socioeconómico de la zona, ya que durante las obras se generará empleo y durante la etapa de funcionamiento se resolverán los problemas que presentan las aguas.

5.4. VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

5.4.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.4.1.1. Descripción y caracterización de impactos ambientales.

Se expone a continuación una descripción de los efectos ambientales previsibles, en las que se hace referencia a las afecciones ambientales de las actuaciones de las Obras de construcción de la EDAR y su puesta en funcionamiento sobre cada uno de los factores del medio.

FASE DE CONSTRUCCIÓN

✓ *Impactos sobre la calidad del aire*

La calidad del aire se verá afectada por el aumento de las partículas sólidas en suspensión como consecuencia principalmente de las labores del movimiento de tierras. Igualmente el transporte de los materiales de construcción y el tránsito de vehículos por los accesos, originan un aporte de partículas en suspensión (gases y polvo) a la atmósfera.

Asimismo, muchas de las actuaciones previstas en la fase de construcción comportarán inevitablemente la emisión de ruidos, que aunque son de carácter temporal, también deben tenerse en cuenta a la hora de valorar el impacto sobre la calidad del aire.

IMPACTO GLOBAL SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE: En líneas generales se puede considerar que el impacto global de las obras sobre la calidad del aire es COMPATIBLE.

✓ *Impactos sobre la vegetación*

El efecto más directo sobre la vegetación vendrá determinado por la acción de las obras que implica el “desbroce” de la misma, la cual comprende la eliminación de la vegetación presente en el área de las obras, compuesto por herbáceas y viñas abandonadas por lo que el impacto será mínimo. Por otra parte, el trazado del nuevo colector parece no afectar a ejemplares arbóreos, si a caso a su sistema radicular y en un número escaso. Por lo tanto, este impacto se considera COMPATIBLE.

IMPACTO GLOBAL SOBRE LA VEGETACIÓN: El impacto global se valora como COMPATIBLE.

✓ ***Impactos sobre la fauna***

El incremento del tráfico en la zona afectada, puede suponer un incremento en el riesgo de atropellos de animales aunque, dado que la misma se encuentra adyacente a las actuales instalaciones, conlleva un previsible impacto sobre la fauna de escasa entidad. Este impacto se valora, por tanto, como COMPATIBLE.

En el caso de las obras necesarias para realizar los colectores, especialmente a su paso por el camino de “Colada de la Umbría de la Mata al Molino de Villar” y el Arroyo de Robledillo, la emisión de partículas en suspensión puede llegar a depositarse sobre sus aguas alterando de manera muy localizada y temporal la calidad de las mismas. En todo caso, con la adopción de la medida de no ejecutar las obras durante el periodo reproductor de estas especies se limitará esta afección.

Adoptando las medidas preventivas y protectoras descritas en el apartado correspondiente, se minimizarán los efectos citados y se evitarán los posibles vertidos accidentales a las aguas de aceites y grasas, por lo que su impacto sobre la fauna acuática se puede considerar COMPATIBLE

El impacto de las obras auxiliares tales como acondicionamiento de accesos o tránsito de vehículos se considera igualmente COMPATIBLE.

IMPACTO GLOBAL SOBRE LA FAUNA: el impacto global de proyecto de las obras se considera COMPATIBLE.

✓ ***Impactos sobre la geomorfología y geología***

La geomorfología, al igual que la geología, se verá afectada básicamente por los movimientos de tierra necesarios para las obras. Dada la relativamente pequeña superficie afectada y las características de la misma, el impacto sobre la geomorfología de la zona, se considera COMPATIBLE.

✓ ***Impactos sobre la edafología***

El principal impacto sobre la edafología se traduce en compactación y pérdida de suelo (aumento de erosión).

La pérdida de suelo puede ser directa como consecuencia de los movimientos de tierra necesarios para las obras. Este impacto, dada la relativamente pequeña superficie afectada, se considera COMPATIBLE.

La compactación del suelo como consecuencia del tránsito de vehículos y del acondicionamiento de accesos, así como también la pérdida de suelo por ocupación del terreno produce un impacto conjunto que puede considerarse entre COMPATIBLE ya que no es necesaria la apertura de caminos.

IMPACTO GLOBAL SOBRE LA EDAFOLOGÍA: El impacto global del proyecto durante la fase de ejecución de las obras se puede considerar COMPATIBLE, ya que el suelo afectado como consecuencia de las obras auxiliares puede recuperarse una vez finalizada esta fase.

✓ ***Impactos sobre la hidrología***

Los movimientos de tierras suponen una alteración de la morfología y materiales del terreno, de modo que pueden alterarse levemente los ciclos de escorrentía e infiltración. Este impacto se considera, dada la magnitud las obras previstas, COMPATIBLE tanto para las aguas superficiales como subterráneas.

En cuanto al impacto que puede derivarse de la ocupación provisional de tierras, del acondicionamiento de accesos y del movimiento de maquinarias tanto para la hidrología superficial como subterránea se valora como COMPATIBLE.

IMPACTO GLOBAL SOBRE LA HIDROLOGÍA Y LA HIDROGEOLOGÍA: El impacto global del proyecto durante la fase de ejecución de las obras, sobre la hidrología tanto superficial como subterránea, se puede considerar COMPATIBLE.

✓ ***Impactos sobre espacios naturales protegidos y hábitats naturales***

El recinto de la EDAR y el reazado del colector no se ubica dentro de la superficie de ningún espacio protegido. Por tanto, el impacto previsto sobre los Espacios Naturales Protegidos se considera NO SIGNIFICATIVO.

El impacto asociado a las acciones incluidas en las obras auxiliares también se considera COMPATIBLE.

✓ ***Impactos sobre el patrimonio histórico y arqueológico***

No se prevé la existencia de ningún elemento de patrimonio histórico ni de patrimonio arqueológico, por lo que se considera no existirá afección alguna. Por tanto, el impacto en este caso se considera NO SIGNIFICATIVO.

✓ ***Impactos en el paisaje***

En este caso se va a producir una modificación del paisaje de la zona donde se realizarán las obras. Este impacto se considera COMPATIBLE, puesto que las obras están fuera de paisajes protegidos, y el impacto visual se verá absorbido por la integración paisajística del ajardinamiento del recinto la depuradora.

También el movimiento de maquinaria y el tránsito de vehículos producirán un impacto temporal que se considera COMPATIBLE.

IMPACTO GLOBAL SOBRE EL PAISAJE: El impacto global del proyecto durante la fase de ejecución de las obras sobre el paisaje, se puede considerar como COMPATIBLE.

✓ ***Impactos sobre las vías pecuarias***

El proyecto sólo afectará a la vía pecuaria existente en la zona, denominada “Colada de la Umbría de la Mata al Molino de Villar” por la tubería de aguas bruta. Actualmente la vía pecuaria consiste en un camino por el que ya circulan vehículos. Por tanto, su efecto será COMPATIBLE.

✓ ***Impactos sobre el medio socioeconómico***

La Fase de Construcción de las obras generará efectos positivos temporales sobre el empleo en el ámbito de estudio, al requerirse mano de obra para la construcción, así como sobre el sector secundario al necesitarse maquinaria y materiales que pueden ser suministrados por proveedores de la zona. El impacto se considera POSITIVO.

FASE DE EXPLOTACIÓN

✓ ***Impactos sobre la calidad del aire***

La existencia de los equipos pertenecientes a la EDAR, no incrementará los niveles sonoros actualmente existentes durante la explotación. Por tanto, el impacto global en la fase de explotación sobre la calidad del aire se valora como NO SIGNIFICATIVO.

✓ ***Impactos sobre la vegetación***

El impacto durante la fase de explotación pasa por las posibles repercusiones que tenga el vertido de agua tratada al río. La calidad química del agua mejorará sensiblemente, por lo que la valoración del impacto es POSITIVA.

El impacto global en la fase de explotación sobre la vegetación se valora como POSITIVA.

✓ ***Impactos sobre la fauna***

La fauna se verá favorecida por la eliminación del colector que la atraviesa, lo que permitirá recuperar unas superficies ocupadas por el mismo, y por las medidas protectoras que en este sitio se realicen. Por todo esto, se considera un impacto POSITIVO.

La fauna marina puede sufrir el mismo impacto que la vegetación. Por tanto, el impacto se valora como POSITIVO.

El impacto global en la fase de explotación sobre la fauna se valora como POSITIVO.

✓ ***Impactos a los espacios naturales protegidos***

La calidad química de las aguas del Arroyo de Robledillo se verá mejorada y su espacio incrementado para una posible recuperación.

El impacto global en la fase de explotación sobre los espacios naturales protegidos se valora como POSITIVO.

✓ ***Impactos sobre el medio socioeconómico***

Durante la fase de explotación de la EDAR el impacto global se considera POSITIVO.

5.4.2. VALORACIÓN GLOBAL

A continuación se muestra el resumen de la valoración en una Matriz Final producto de combinar la Matriz de Importancia con la Matriz de Magnitud.

Donde:

- **IMPORTANCIA:** La importancia se valora en base a dicha caracterización siguiendo la siguiente escala:

Importancia	Valoración
Muy alta	4
Alta	3
Media	2
Baja	1

- **MAGNITUD:** La magnitud del posible impacto generado está directamente relacionada con el número, cantidad o extensión afectada del parámetro ambiental que se esté analizando.

Se elabora una matriz en la que a cada nodo de la matriz se le asigna un valor (comprendido entre 1 y 4), de forma que refleje la magnitud del efecto de la acción del proyecto sobre el factor ambiental en el cual incide. Las distintas magnitudes se valoran de la siguiente forma:

Magnitud	Valoración
Muy alta	4
Alta	3
Media	2
Baja	1

Matriz Final

A continuación se muestra la Matriz Final producto de combinar la Matriz de Importancia con la Matriz de Magnitud.

<div>MAGNITUD</div> <div>IMPORTANCIA</div>			Legenda												
			CALIDAD DEL AIRE	VEGETACIÓN	FAUNA	GEOLOGÍA-GEOMORFOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	HIDROLOGÍA SUPERFICIE	HIDROGEOLOGÍA	ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS	PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	PAISAJE	SOCIOECONOMÍA	VÍAS PECUARIAS	
ACCIONES DEL PROYECTO															
FASE DE CONSTRUCCIÓN	Construcción la EDAR	Desbroce	1 1	2 2	2 2								2 2	+	
		Movimiento de tierras	2 1	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2			1 2	+		
		Obra Civil	2 1	1 2	1 2		1 2	1 2	1 2			1 2	+		
	Conduccione	Colector a ejecutar	1 1	2 2	1 2	2 1	2 2			2 2		1 2			
		Tubería de reutilización	1 1			2 1	2 2					1 2		2 1	
		Emisor submarino		1 2	1 2										
	Obras auxiliar	Acondicionamiento accesos	1 1	1 1	1 1		1 2	1 2	1 2	1 2		1 1	+		
		Movimiento de maquinaria y Tránsito de vehículos	1 1	1 1	1 1		1 1	1 1	1 1	1 1		1 2	+		
		Ocupación provisional de tierras		2 1	2 1		1 1	1 1	1 1			1 2			
FASE EXPLOTAC		Funcionamiento EDAR		+	+					+		+			
		Funcionamiento del colector		+	+					+					
		Funcionamiento de la tubería de reutilización													
		Funcionamiento del emisor submarino													

Impacto Crítico

Impacto Severo

Impacto Moderado

Impacto Compatible

Considerando los impactos durante la fase de ejecución de las obras, y los impactos durante la fase de explotación de la EDAR, el IMPACTO GLOBAL DE LAS OBRAS se considera COMPATIBLE. Esto, junto con los importantes impactos positivos, hace que las mismas se consideren en su conjunto viables, con la consideración de ciertas medidas protectoras y correctoras y la puesta en marcha de un Plan de Vigilancia Ambiental.

6. **MEDIDAS PARA REDUCIR, MINIMIZAR O ELIMINAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES PREVISTOS**

ASPECTO MEDIOAMBIENTAL A MEJORAR	MEDIDA ESPECÍFICA CONTEMPLADA	ACTUACIONES	DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIOS QUE SE OBTENDRÁN
Emisiones atmosféricas. Emisión de gases de combustión de maquinaria	Procedimiento específico de control de ruido y emisiones atmosféricas	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplimiento del plan de mantenimiento de la maquinaria, asegurándonos de estar en posesión de la copia de los certificados de las revisiones efectuadas. - Poseer la ITV en los vehículos que lo requieran. 	Se minimiza la contaminación atmosférica mediante un control de las emisiones motoras de la maquinaria
Emisiones atmosféricas. Polvo en excavación, ejecución de caminos, demoliciones, transporte.	Procedimiento específico de control de ruido y emisiones atmosféricas	<ul style="list-style-type: none"> - Riego de los caminos. Variará la frecuencia de riego según las condiciones climáticas, ritmo de trabajo y fase constructiva. - Se controlará que la velocidad de los camiones sea la adecuada - Utilizar lonas en los camiones de transporte de áridos. 	Se minimiza la contaminación atmosférica mediante el control de emisión de polvo procedente de actividades con incidencia ambiental (excavaciones, demoliciones, transporte...)
Emisiones atmosféricas. Polvo en acopios	Procedimiento específico de control de ruido y emisiones atmosféricas	<ul style="list-style-type: none"> - Riego de acopios. Variará la frecuencia de riego según las condiciones climáticas. - Altura de los acopios según lo especificado en proyecto. 	Se minimiza la contaminación atmosférica mediante el control de emisión de polvo procedente de los acopios de áridos en la obra.
Emisiones atmosféricas. Ruidos y vibraciones de maquinaria pesada de obra	Procedimiento específico de control de ruido y emisiones atmosféricas	<ul style="list-style-type: none"> - Control del cumplimiento del plan de mantenimiento de la maquinaria. - Control del funcionamiento de la maquinaria (motores) habiéndose realizado el engrasado de motores - Potencia acústica de la maquinaria de obra dentro de los límites de aplicación. - Limitar el horario de trabajo verificando que se cumplan las restricciones de horario establecidas en la normativa pertinente. 	Se minimiza el nivel de ruido ocasionado por el tráfico de maquinaria y se evita que los trabajos puedan resultar molestos para los habitantes del entorno.

ASPECTO MEDIOAMBIENTAL A MEJORAR	MEDIDA ESPECÍFICA CONTEMPLADA	ACTUACIONES	DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIOS QUE SE OBTENDRÁN
Vertidos procedentes de lavado y limpieza de maquinaria	Procedimiento específico de control de vertidos	- Se evitará que se realicen dentro del recinto de la obra o bien en zonas prefijadas que cuenten con las debidas instalaciones para evitar la contaminación de suelos y aguas	Evitar contaminación de suelos y aguas (cumplimiento de legislación)
Vertidos procedentes de cubas y cubilotes de hormigón	Procedimiento específico de control de vertidos	- Se evitará que se realicen dentro del recinto de la obra o bien se establecerá una zona de lavado de cubas de hormigón que tenga: <ul style="list-style-type: none"> * profundidad adecuada * esté delimitada * no afecte a cauce público o costa 	Evitar contaminación de suelos y aguas (cumplimiento de legislación)
Vertidos procedentes de aguas de bombeo	Procedimiento específico de control de vertidos	- Comprobar que se dispone de permisos y autorizaciones suficientes	Evitar contaminación de suelos y aguas (cumplimiento de legislación)
Residuos inertes (material sobrante de excavación, escombros...)	Procedimiento específico para el control de residuos no peligrosos	- Establecimiento de zonas de acopio de material: <ul style="list-style-type: none"> *zonas definidas dentro del límite de la obra *impacto visual mínimo de las zonas de almacenamiento *Emisión fugitiva mínima *No afección a costa, vía o cauce público. - Los residuos estarán dentro de un contenedor o en las zonas establecidas para su almacenamiento - Se depositará el residuo en vertedero autorizado por el ayuntamiento.	Evitar contaminación de suelos y aguas. Minimizar el impacto visual. Cumplimiento de legislación.
Residuos peligrosos	Procedimiento específico de gestión de residuos peligrosos	- Disponer de zona de almacenamiento de residuos peligrosos identificada y delimitada. Esta zona de almacenamiento dispone de medidas de protección ante derrames. - Se solicitarán contenedores específicos para este tipo de residuos y que estén correctamente etiquetados según legislación. - Depositar los residuos peligrosos en sus correspondientes contenedores y no mezclarlos nunca. - La retirada de los residuos se realizará mediante gestor autorizado por la Consejería de Medio Ambiente	Evitar contaminación de suelos y aguas. Cumplimiento de legislación.

ASPECTO MEDIOAMBIENTAL A MEJORAR	MEDIDA ESPECÍFICA CONTEMPLADA	ACTUACIONES	DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIOS QUE SE OBTENDRÁN
Afección al terreno y cauces. Captación de aguas de cauce natural o subterránea	Programa de seguimiento y medición de afección al medio	<ul style="list-style-type: none"> - Control del volumen de captación. No superior al límite permitido. - Obtención de permisos necesarios para captación de aguas 	<p>Minimizar la afección al terreno y a cauces.</p> <p>Cumplimiento de legislación</p>
Afección al terreno. Eliminación de tierra vegetal	Programa de seguimiento y medición de afección al medio	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección de la superficie y espesor de la tierra vegetal retirada, no sobrepasando lo establecido en el proyecto. - Reutilización, siempre que sea posible, de toda la tierra vegetal retirada 	<p>Minimizar la afección al terreno y a cauces</p>
Consumo de energía y recursos naturales. Consumo de combustibles	Programa de seguimiento y medición de consumo de energía y recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> - Control de cumplimiento del plan de mantenimiento de la maquinaria 	<p>Minimizar en lo posible el consumo de energía y recursos naturales.</p>
Consumo de energía y recursos naturales. Consumo de energía eléctrica	Programa de seguimiento y medición de consumo de energía y recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección del alumbrado dentro del recinto de la obra y apagado de los equipos informáticos al término de la jornada laboral diaria (en oficina de obra) 	<p>Minimizar en lo posible el consumo de energía y recursos naturales.</p>
Consumo de energía y recursos naturales. Consumo de agua.	Programa de seguimiento y medición de consumo de energía y recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistencia de fugas en las tomas o en la red provisional 	<p>Minimizar en lo posible el consumo de energía y recursos naturales.</p>

7. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

El Plan de Vigilancia tiene por objeto establecer un sistema que trate de garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras propuestas en este Estudio de Impacto Ambiental.

Los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental son:

Confirmar que la valoración de impactos notables del proyecto de mejora y transformación sobre el medio receptor se ajusta a la realidad, tanto en lo que se refiere a la importancia de las alteraciones, como a que no se generan otros efectos negativos significativos no previstos de antemano.

Confirmar que las medidas preventivas y correctoras propuestas se llevan a cabo y que se realizan de acuerdo con las pautas previamente establecidas para su ejecución, y que con ello se minimizan los impactos.

Advertir alteraciones por cambios repentinos en las tendencias del impacto.

El Plan se debe disgregar en distintas actividades específicas, atendiendo a los factores a controlar, estas se dividen en las aplicables a la fase de obras y la de explotación de la EDAR, tal y como se muestra a continuación.

7.1. METODOLOGÍA DE SEGUIMIENTO

La realización del seguimiento de medidas medioambientales contempladas en la ejecución de la obra, se basa en la formulación de indicadores que proporcionan una forma cuantificada y simple de estimar, en la medida de lo posible, la realización de las medidas prevista y sus resultados.

Para cada una de las medidas de integración ambiental (medidas preventivas, correctoras o compensatorias propuestas) se definirán los siguientes términos de seguimiento, control y gestión medioambiental:

- Controles a realizar
- Frecuencia/Periodicidad de los controles
- Lugares de comprobación
- Valores umbrales de rechazo
- Vigilancia Ambiental en la Fase de Ejecución de las obras

Durante la fase de construcción prevista para la obra, el Plan de Vigilancia Ambiental debe resultar garantía de control medioambiental de todos los aspectos significativos de la obra.

Una de las mejores medidas a aplicar en este sentido es el establecimiento de una adecuada planificación de las obras y apostar por la formación ambiental de los operarios, principalmente de los encargados de los equipos de obra.

Una correcta planificación de las obras que tenga en cuenta, además de los aspectos constructivos, los ambientales, evitará, en muchos casos, contaminaciones innecesarias.

En esta etapa se realizará, una serie de controles específicos:

- Control de Obra Ordinario.
- Vigilancia de la Gestión Ambiental Específica de Tierras y Materiales de Obra.
- Vigilancia de la Gestión Específica de Residuos.

Durante toda la fase de construcción de las obras, que va desde la fecha del Acta de Replanteo hasta la de Recepción, se redactará periódicamente una serie de informes para asegurar e informar del cumplimiento del Plan de Vigilancia Ambiental.

Informes Ordinarios: Los informes ordinarios serán de periodicidad mensual, debiendo recoger todos los incidentes ocurridos en este período, así como observaciones y aplicación de las medidas ambientales y cumplimiento del seguimiento y vigilancia. Incluirán un reportaje fotográfico.

Informes Extraordinarios o Especiales: De forma complementaria a los informes anteriores, se emitirán aquellos informes, derivados de las labores de control o asesoramiento técnico, que se requieran en situaciones específicas tales como, modificaciones, problemas especiales, falta de calidad de materiales, fallos de ejecución, etc.

7.2. CONTROL DE OBRA ORDINARIO

Este control ordinario o rutinario de la obra, consiste en comprobar que se las obras se realizan de forma ágil, llevando a cabo las gestiones necesarias para que no se demoren.

Para llevar a cabo este control rutinario de una manera eficaz, se considera imprescindible informar a los operarios de los distintos requisitos contemplados en el proyecto y la manera más adecuada de actuar en cada caso. Asimismo, también es muy importante el establecimiento de medidas de seguridad y salud en el trabajo para evitar accidentes.

En este control de obra ordinario se verificarán de los siguientes parámetros:

- Replanteo y señalización de las obras.
- Ubicación adecuada de las instalaciones auxiliares.
- Ruido.
- Calidad del Aire.
- Suelo.
- Hidrología.
- Vegetación
- Fauna.
- Desmantelamiento de las instalaciones auxiliares.

Cada una de las operaciones de control dará lugar al informe o acta correspondiente, cuyo objeto es reflejar el grado de cumplimiento ambiental.

➤ Replanteo y señalización de obras

Con objeto de adaptar la ejecución de las obras a lo proyectado y a las medidas propuestas al efecto, será preceptivo el replanteo de las zonas de actuación y señalización de sus límites.

Previamente al comienzo de los trabajos de construcción, se realizará el replanteo del área afectada, así como el jalonamiento, mediante estaquillado, del perímetro de actuación, con objeto de minimizar la ocupación del suelo y la afeción a la vegetación. Las zonas de instalaciones auxiliares y caminos de acceso también se balizarán para que la circulación de personal y maquinaria se restrinja a la zona acotada.

Controles a realizar: Para comprobar que el replanteo se realiza conforme a lo proyectado, se efectuarán los siguientes controles:

- Seguimiento e inspección de que el encintado, balizamiento, etc., se ajusta a lo indicado y permanece delimitando correctamente las zonas objeto de jalonamiento.
- Frecuencia y lugares de comprobación
- Diariamente al inicio y al final de cada jornada.

Valores umbral

- Falta de balizamiento en las áreas previstas más de dos jornadas seguidas.

- Modificaciones por invasión de terreno superiores en superficies no previstas inicialmente.
- Circulación de vehículos fuera de las zonas señalizadas.

➤ **Ubicación adecuada de las instalaciones auxiliares**

Se identificarán las áreas de ocupación temporal destinadas a actividades auxiliares (superficie dedicada al acopio de material, parque de maquinaria, planta hormigonera, transporte de material y tráfico de maquinaria).

Controles a realizar: Para evitar afectar a zonas sensibles y realizar una correcta ubicación de las instalaciones auxiliares se efectuarán los siguientes controles:

- Verificación de que las instalaciones auxiliares se ubiquen en la zona propuesta.
- En el caso de no ser correcta la ubicación se dismantelará de inmediato la zona ocupada y se reparará el espacio afectado.

Frecuencia y lugares de comprobación: Control previo al inicio de obras y siempre que sea necesario cambiar la ubicación de la maquinaria y/o el campamento de obra.

Valores umbral : Presencia de roderas de camiones y/o pisoteo en zonas no establecidas para tal fin.

➤ **Ruido**

Las actividades desarrolladas durante la fase de construcción supondrán un incremento de los ruidos en la zona de influencia directa de las obras, lo que se traduce en molestias para la población local y para la fauna.

Controles a realizar: Para comprobar que el seguimiento y control de los niveles de ruido se realice conforme a lo especificado en las medidas establecidas al efecto, se efectuarán los siguientes controles:

- Constatación de la existencia de certificado y chapa de homologación CE en los vehículos utilizados en obra.
- Verificación documental de que la maquinaria dispone de los certificados necesarios (ITV, planes de mantenimiento recomendados por el fabricante, etc.) la cual deberá estar actualizada el día del inicio de las obras y mantener su vigencia durante todo el periodo de desarrollo de las mismas.
- Control periódico de los niveles de ruido.

Frecuencia y lugares de comprobación

- En el caso de la maquinaria, se solicitarán los documentos al respecto al inicio de la obra y siempre que se incorpore una nueva máquina.
- En cuanto a los niveles de ruido, se realizará un control periódico en función del desarrollo de las obras y los trabajos que se estén llevando a cabo. En todo caso se propone un control trimestral. Las mediciones (unas 4 por jornada de 5 minutos de duración), se efectuarán en horario diurno y en plena actividad, durante todo el período de obra.

Valores umbral: Los niveles sonoros no podrán ser superiores a los establecidos en la legislación vigente.

➤ **Calidad del Aire**

Durante la fase de ejecución de las obras, debido al movimiento de tierras y el transporte de vehículos y materiales, se verá incrementada la contaminación atmosférica manera local por los territorios donde se desarrollen estas actuaciones. Esto será debido al polvo que se produzca y a las emisiones de CO₂ y partículas en suspensión procedentes de la maquinaria de obra y vehículos de transporte.

Se verificará que los movimientos de tierra y el tránsito de maquinaria se llevan a cabo con la mínima inmisión de polvo y partículas.

Controles a realizar: En lo referente al control y vigilancia de los niveles de polvo y partículas en suspensión, se realizarán los siguientes controles:

- Inspección visual periódica para detectar la presencia de nubes de polvo.
- Inspección visual de la posible acumulación de partículas en la vegetación y otros elementos cercanos (carreteras de acceso).
- Inspección visual del grado de humedad de los acopios de tierra.
- Constatación y certificado de la procedencia del agua de riego.
- Inspección visual de la circulación de la maquinaria para comprobar que circula por los itinerarios previstos y se respetan las velocidades máximas señalizadas en la obra.
- Constatación de la presencia de mallas o lonas cubriendo el transporte de materiales excedentes de las excavaciones, tierras y otros materiales que puedan provocar dispersión de polvo o partículas.
- Registro de la documentación respecto a los certificados, inspecciones técnicas de los vehículos y maquinaria de obra respecto a la emisión de gases.

Frecuencia y lugares de comprobación: Se llevará a cabo durante todo el período de obra, diaria en momentos de baja precipitación (período estival).

Como lugares de comprobación se establecen los siguientes:

- Toda la zona de obra y franja de 150 m. alrededor de la misma (en esta última se constatará la deposición de partículas sobre la vegetación del entorno).
- Zona de lavado de camiones y maquinaria de obra.
- Vías de acceso a la obra.
- Zonas de acopio de tierra.

Valores umbral:

- Levantamiento de polvo al paso de vehículos ligeros o por la brisa.
- Presencia de nubes de polvo.
- Inexistencia de lonas y/o mallas de cubrición en los camiones que transporten materiales susceptibles de desprender polvos o partículas.
- Inexistencia de señalización de limitación de velocidad.
- Para la realización de un riego, se tomará como umbral de alerta el aspecto seco y pulverulento de las distintas zonas de actuación.

➤ **Suelo**

En el control de obra rutinario u ordinario deberá verificarse la no alteración en la composición e integridad estructural de los suelos no directamente ocupados por las obras.

Controles a realizar: Para evitar afecciones innecesarias al suelo durante las obras, se efectuarán los siguientes controles:

- Constatación de que el acceso e instalación de los distintos elementos de la obra se ejecutan en las condiciones que se establecen en el proyecto y no se afectan terrenos no previstos por compactación.
- Se comprobará que el flujo de vehículos discurre por los caminos establecidos y se vigilará que los movimientos de tierra realizados sean mínimos.

- Se controlará de forma exhaustiva el respeto a las áreas de movimiento de maquinaria, teniendo que solicitarse autorización para la apertura de nuevos caminos o la ampliación de dicha zona.
- Inspección visual de que no se producen episodios de contaminación por derrames o fugas de aceites, pinturas, etc.

Frecuencia y lugares de comprobación: Se realizará un control semanal de todos los lugares de obra, especialmente en las zonas de parque de maquinaria e instalaciones auxiliares.

Valores umbral: Presencia evidente de pisoteos y paso de maquinaria por simple observación visual según criterio del responsable ambiental de la obra.

➤ Hidrología

Se verificará que las medidas de vigilancia de la contaminación hídrica son las adecuadas en cada momento de inspección.

Controles a realizar: Para comprobar que la protección de la calidad del agua durante las obras se realice conforme a lo especificado en las medidas establecidas al efecto, se efectuarán los siguientes controles:

- Constatación de que las actividades destinadas al parque de maquinaria se realizarán en él.
- Verificar la respuesta de los elementos instalados como medidas de protección: dispositivos de decantación, arquetas de recogida de aceites y lubricantes, etc.
- Inspección visual de las zonas de lavado de canaletas de las hormigoneras, etc.
- Inspección del terreno, sobre todo en las zonas de líneas de drenaje natural, para verificar que no se producen vertidos ni otras alteraciones.

Frecuencia y lugares de comprobación

- Mensual, y siempre tras episodio de lluvias.
- Como lugares de comprobación se establecen los siguientes: Líneas de drenaje natural, zonas de lavado de canaletas de las hormigoneras, parque de maquinaria.

Valores umbral: Presencia ostensible de fenómenos de aportación de finos y otros elementos en las líneas de drenaje natural.

➤ Vegetación

Debido a la escasa presencia de vegetación natural de importancia, a excepción de la presente en el marjal, en la zona objeto de las actuaciones previstas, algunas de las medidas ya indicadas para el control de otros factores ambientales son también de aplicación para la protección y control de las comunidades de vegetación presentes en el entorno de las obras: presencia de polvo, jalonamiento, etc.

➤ Fauna

Al igual que en el caso de la vegetación, algunas de las medidas ya indicadas para el control de otros factores ambientales repercute en la posible fauna presente en los alrededores.

En el caso de las obras, se verificará que éstas se llevan a cabo fuera del período reproductor establecido de las especies de peces, especialmente del fartet (de Mayo a Septiembre).

➤ **Desmantelamiento de las instalaciones auxiliares**

Una vez terminada la fase de obras se procederá al desmantelamiento adecuado de las instalaciones auxiliares y temporales.

Controles a realizar: Para comprobar que el desmantelamiento de las instalaciones auxiliares se realice correctamente, se llevará a cabo una inspección visual para comprobar que las instalaciones de obra han sido retiradas y desmanteladas.

Frecuencia y lugares de comprobación: Al finalizar la obra, antes de la firma del acta de recepción.

Valores umbral: Presencia de residuos dispersos, manchas de aceite o cualquier otra huella de contaminación.

7.3. VIGILANCIA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL ESPECÍFICA DE TIERRAS Y MATERIALES DE OBRA

El movimiento de tierras durante la fase de ejecución de las obras conlleva cambios en el relieve para adaptar el terreno a las necesidades que requiere el proyecto.

Controles a realizar: Para comprobar que el movimiento de tierras durante las obras se realice conforme a lo especificado en las medidas establecidas al efecto, se efectuarán los siguientes controles:

- Vigilancia de las labores de extracción, transporte y acopio.
- Inspección visual de que la altura y estructura de los acopios sea la adecuada.
- Control de la calidad del suelo (contenido de humedad, fenómenos de compactación, etc.).

Frecuencia y lugares de comprobación: Cuando se lleven a cabo movimientos de tierra que conlleven asociados acopios de suelo se realizará un control diario durante el período de retirada del mismo. Posteriormente, el estado de los acopios de suelo se controlará semanalmente.

Los lugares de comprobación son las zonas destinadas a acopios de suelo.

Valores umbral

- Altura de los acopios superior a los 2 m.
- Presencia de más de un 20% en volumen de materiales susceptibles de ser rechazados o no adecuados en la tierra extraída.

7.4. VIGILANCIA DE LA GESTIÓN ESPECÍFICA DE RESIDUOS

La gestión controlada de los residuos, se debe plantear en el momento del proyecto, con el objetivo de optimizar al máximo los recursos que les destinaremos, y a la vez, hacer una gestión correcta de estos. Esta gestión está regulada en La Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Por otra parte, el REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, nos obliga a hacer un Plan de Gestión de Residuos para todas las obras.

Controles a realizar

Para comprobar que la gestión de los residuos generados durante las obras se realice conforme a lo especificado en las medidas establecidas al efecto, se efectuarán los siguientes controles:

- Revisión de la documentación relativa a la retirada de los diferentes residuos, autorizaciones administrativas e inscripción en los registros correspondientes sobre productores, gestores o transportistas de residuos.
- Inspección visual de todos los espacios/contenedores destinados a la localización de los residuos para comprobar:

- Que se encuentran en condiciones adecuadas para su correcta utilización.
- Adecuación de las medidas establecidas en la legislación (etiquetado, segregación correcta, protección, etc.).
- Presencia de todos los contenedores necesarios.
- Estado de los contenedores (nivel de llenado, deterioros).
- Correcta separación de residuos
- Frecuencia de las retiradas.
- Se inspeccionará toda la zona de obra, para observar si existen residuos dispersos.

Frecuencia y lugares de comprobación

- Semanalmente se inspeccionará que los contenedores en los que se depositan los residuos estén en los lugares habilitados para ello. Asimismo se comprobará que los contenedores se encuentran en las condiciones adecuadas para su correcta utilización, la presencia de todos los contenedores necesarios y la correcta separación de residuos.
- También con la misma frecuencia se inspeccionará la presencia de cualquier tipo de residuo disperso en la obra y área de influencia.

Valores umbral

- Falta de contenedores adecuados más de 3 jornadas seguidas.
- Inadecuada separación de residuos en los lugares habilitados al efecto.
- Aparición de residuos dispersos por la obra más de 3 jornadas seguidas.
- Falta de documentación que acredite la autorización para la producción, gestión o transporte de residuos.

Vigilancia Ambiental en la Fase de Explotación

Durante la fase de explotación, la Vigilancia del adecuado funcionamiento de la del tratamiento de la EDAR se integrará en el propio Sistema de Control existente en la misma.

7.4.1. GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS

A partir de la información facilitada por la Comunidad Autónoma y el ayuntamiento se han considerado las diferentes alternativas de que se disponen para la gestión y tratamiento de los residuos que se prevén se generen en la obra.

Los centros de gestión más cercanos a la zona de obras son:

- CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE EL MOLAR, Ubicado en la Autovía N-I dirección Irún, Km. 40 28000 EL MOLAR. Gestionado por la empresa GEDESMA, S.A.



- **VERTEDERMO MUNICIPAL DE ROBLEDILLO DE LA JARA PARA ESCOMBROS Y ARIDOS (SOLO PEQUEÑAS CANTIDADES):** Ubicado en Robledillo de la Jara de camino a la presa pasado el cementerio. Gestionado por el propio Ayuntamiento.



Al tratarse de residuos de distinta composición su eliminación deberá seguir vías distintas de gestión según su composición, diferenciándose principalmente los residuos peligrosos de los no peligrosos.

La planificación de la gestión externa a llevar a cabo, quedaría del siguiente modo:

MATERIAL/RESIDUO	ALMACENAMIENTO EN OBRA	TRATAMIENTO/DESTINO
ESCOMBROS Y RESTOS DE OBRA (hormigón, baldosas, vidrios...)	En contenedor ubicado en la zona habilitada para residuos y cubiertos por una lona para evitar voladuras de partículas de polvo.	Serán recogidos por transportista autorizado de residuos no peligrosos y valorizados: GEDESMA, S.A.
MADERAS	En jaulas o big-bags ubicadas en la zona de acopio de los residuos	Serán recogidos por CESPA CONTEN, S.A., que se encargará de su correcto tratamiento mediante RECICLAJE.
METALES	En contenedor ubicado en la zona habilitada para residuos	Serán recogidos por CESPA CONTEN, S.A., que se encargará de su correcta gestión.
RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS (plásticos, materia orgánica, papel y cartón)	En cubos adecuados para una correcta segregación de dichos residuos conforme al sistema de gestión de residuos municipal	Recogidos por gestor autorizado de residuos no peligrosos CESPA.
RESIDUOS PELIGROSOS	En un punto específico de la obra, protegido y debidamente señalizado. Se dispondrán los cubos/bidones necesarios para cada residuo según su naturaleza	Serán recogidos por CESPA CONTEN, S.A., que se encargará de su adecuada gestión y tratamiento.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1	OBJETIVOS.....	2
2	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	2
3	CONDICIONES POR EL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA	3
4	ACTUACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	7
5	UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA.....	18
6	ANÁLISIS DE LAS FASES DE TRABAJO PELIGROSAS Y PRECAUCIONES CON RELACIÓN A LOS RIESGOS	18
7	MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES	24
8	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	27
9	SERVICIOS SANITARIOS COMUNES.....	27
10	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD.	28

1 OBJETIVOS

Este Estudio de Seguridad y Salud, establece durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación y conservación, mantenimiento, así como las instalaciones preceptivas de salud y bienestar para los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo control de la Dirección Facultativa.

Para ello se atenderá a lo dispuesto en el R.D. 604/2006 por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las "DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN". Además, se tendrá en cuenta el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Con la elaboración de este proyecto de Seguridad y su aplicación, se pretenden conseguir los siguientes objetivos:

- Establecer unas Normas de Actuación basadas en el estudio de las características propias de la obra encaminadas a eliminar los riesgos técnicos derivados de los trabajos que se han de realizar y de las actuaciones humanas peligrosas, con el fin de reducir accidentes y consecuencias.
- Crear la Organización necesaria y dictar las Normas particulares que hagan aplicable en la práctica las Disposiciones Legales de carácter general existentes en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.

Dar cumplimiento a lo exigido en las "Instrucciones" y Normas sobre Seguridad y Salud en el trabajo.

1.1 OBLIGACIONES

El contratista tiene la obligación de tener informados a sus empleados de los riesgos que corren, y de poner en conocimiento de los mismos el Plan de Seguridad y Salud.

2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las Obras serán las descritas en la memoria del Proyecto.

2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

- Presupuesto: Es el que figura en el apartado del mismo nombre del presente proyecto.
- Plazo de ejecución: El plazo de ejecución previsto es el que figura en el Plan de Obra del Proyecto.
- Personal previsto: El número máximo de trabajadores que se prevé, es aproximadamente de unos quince (15).

2.3 CARACTERÍSTICAS ESPECIALES EN MATERIAS DE SEGURIDAD

No se consideran condiciones especiales en este caso.

3 CONDICIONES POR EL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

3.1 SITUACIÓN DE LA OBRA

Las obras objeto del proyecto se desarrollarán en la parcela 172 del Polígono 1 que tiene una superficie total de 3.780 m².

3.2 ACCESOS

Para acceder a la EDAR de Robledillo de la Jara se utilizará el camino existente de acceso a la parcela, acondicionándolo para que sea compatible con el uso previsto.

3.3 INTERFERENCIAS CON SERVICIOS AFECTADOS

En el diseño de la implantación se ha intentado optimizar al máximo el espacio disponible.

No obstante, antes del comienzo de las obras, habrán de quedar definidas qué redes de servicios públicos o privados pueden interferir su realización y pueden ser causa de riesgo para la salud de los trabajadores o para terceros. Para ello se seguirán las indicaciones que al respecto dé la Compañía propietaria del servicio.

3.3.1 Líneas eléctricas enterradas

Se podrá presentar como consecuencia de los siguientes factores:

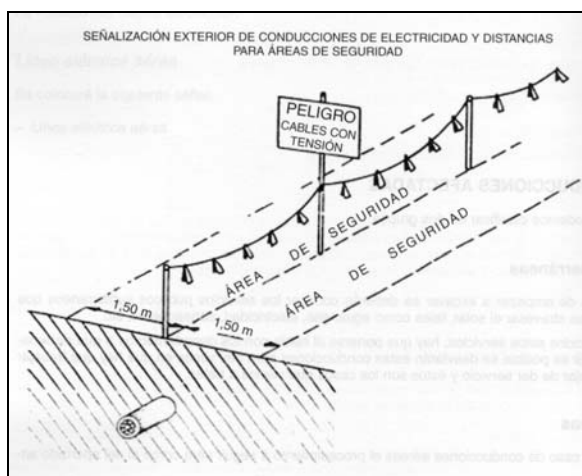
- Obras de tendido de línea, ya en curso (independientes de nuestros trabajos).
- Excavación necesaria para poder realizar un mejor apoyo de nuestra maquinaria, o bien ganar terreno para poder acceder al centro de almacenamiento.
- Presencia de líneas eléctricas a la hora de excavar la zona de actuación.

No obstante, antes de comenzar los trabajos con posibles interferencias de líneas eléctricas enterradas, es recomendable atender a las siguientes normas.

- Informarse de si en la zona de obra pudiera estar enterrado algún cable. En caso de duda solicitar información de un supervisor de la Compañía afectada.
- Gestionar antes de ponerse a trabajar con la Compañía propietaria de la línea la posibilidad de dejar los cables sin tensión.
- No tocar o intentar alterar la posición de ningún cable.
- Se procurará no tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el paso de maquinaria o vehículos, así como posibles contactos accidentales por personal de obra y ajeno a la misma.

- Emplear señalización indicativa del riesgo, siempre que sea posible, indicando la proximidad a la línea en tensión y su área de seguridad.
- A medida que los trabajos siguen su curso se velará porque se mantengan en perfectas condiciones de visibilidad y colocación de la señalización anteriormente mencionada.
- Informar a la compañía propietaria inmediatamente, si un cable sufre daño. Conservar la calma y alejar a todas las personas para evitar riesgos que puedan ocasionar accidentes.

En el caso, de que por motivos necesarios del proceso de ejecución de los trabajos sea necesario el descubrir la línea enterrada, se procederá del siguiente modo:



Se podrán dar 2 casos:

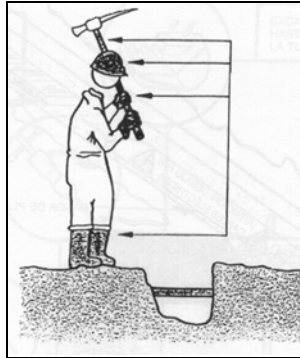
- **SE CONOCE PERFECTAMENTE SU TRAZADO Y PROFUNDIDAD:** Si la línea está recubierta con arena, protegida con fábrica de ladrillo (raras veces) y señalizada con cinta (generalmente indicativa de la tensión), se podrá excavar con máquinas hasta 0,50 m. de la conducción (salvo que previamente, de conformidad con la Compañía propietaria, nos hubiera sido autorizado realizar trabajos a cotas inferiores a la señalada anteriormente) y a partir de aquí se utilizará la pala manual.
- **NO SE CONOCE EXACTAMENTE EL TRAZADO, LA PROFUNDIDAD Y LA PROTECCIÓN:** Se podrá excavar con máquina hasta 1,00 m. de conducción; a partir de esta cota y hasta 0,50 m se podrán utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc. y a partir de aquí pala manual.

De carácter general, en todos los casos, cuando la conducción quede al aire, se suspenderá o apuntalará. Se evitará igualmente que pueda ser dañada accidentalmente por maquinaria, herramientas, etc., así como, si el caso lo requiere, obstáculos que impidan el acercamiento.

Una vez descubierta la línea, para continuar los trabajos en el interior de las zanjas, pozos, etc. se tendrá en cuenta, como principales medidas de seguridad, el cumplimiento de las cinco reglas siguientes:

- Descargo de la línea
- Bloqueo contra cualquier alimentación.
- Comprobación de ausencia de tensión
- Puesta a tierra y en cortocircuito.

- Asegurarse contra posibles contactos con partes cercanas en tensión, mediante su recubrimiento o delimitación.



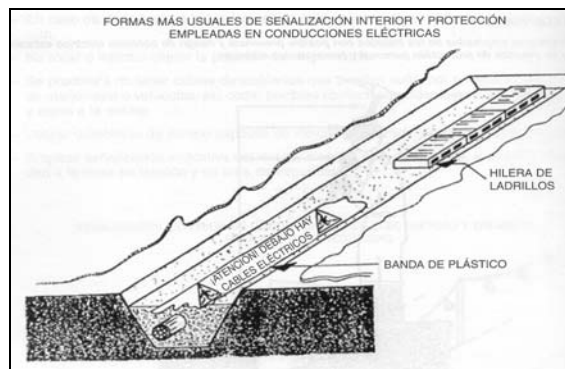
Los trabajadores empleados de las contratas que vayan a realizar estos trabajos (si es el caso), estarán dotados de prendas de protección personal y herramientas aislantes.

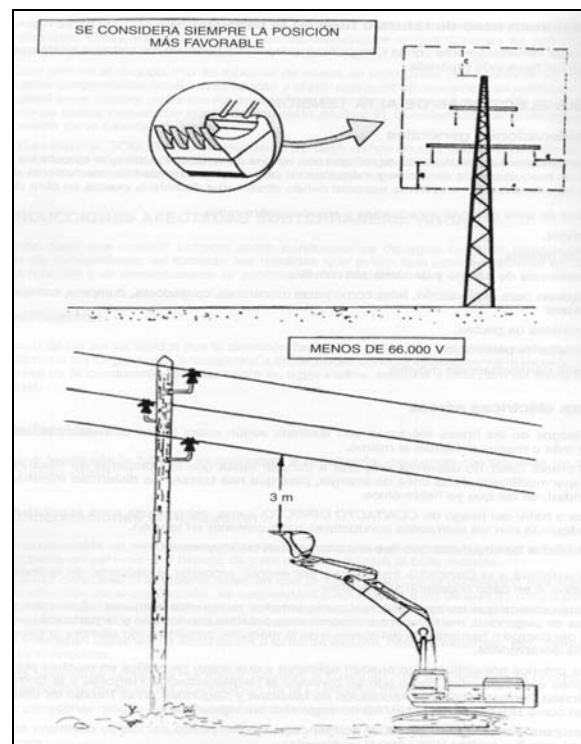
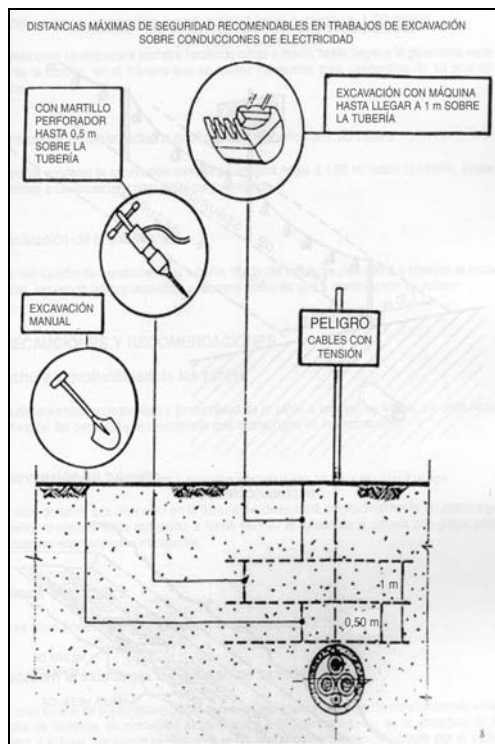
3.3.2 Líneas eléctricas aéreas

En el caso de líneas eléctricas aéreas que atraviesen la zona de obra o estén próximas a él de tal forma que interfieran la ejecución de la obra, no se deberá empezar a trabajar hasta que no hayan sido modificadas por la compañía suministradora a tales efectos se solicitará de la propia compañía que proceda a la descarga de la línea o a su desvío.

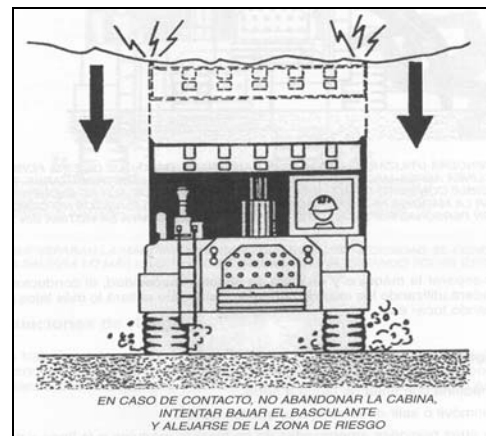
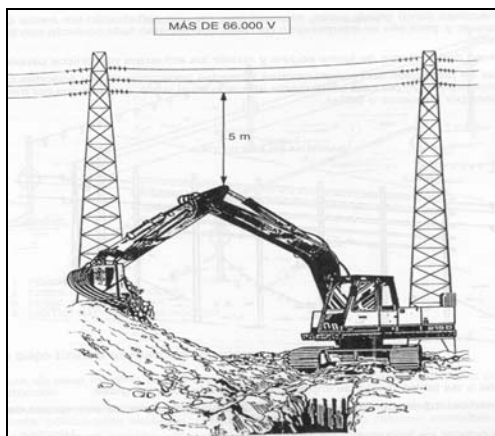
De no ser viable lo anterior, se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo con tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero, o de la máquina, teniéndose en cuenta siempre la situación más desfavorable. Habrá de vigilarse en todo momento que se mantienen las distancias mínimas de seguridad referidas.

A continuación se recogen unos gráficos a modo informativo sobre las distancias mínimas de seguridad:





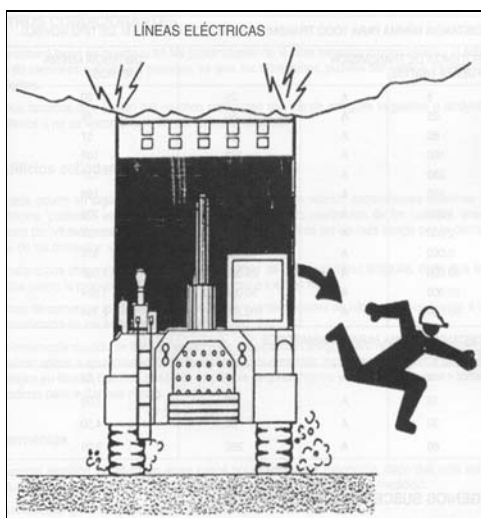
A pesar de que en los gráficos la máquina representada es una retroexcavadora, esto es aplicable a todo tipo de maquinaria a utilizar. (camiones, grúa autopulsada, retroexcavadora, etc...)



En el caso de contacto de la línea aérea con maquinaria de excavación, transporte, etc... el conductor o maquinista deberá contemplar las siguientes normas:

- Conservará la calma incluso si los neumáticos comienzan a arder.
- Permanecer en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre del riesgo de electrocución.
- Se intentará retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.
- Advertirá a las personas que allí se encuentren de que no deben tocar la máquina.
- No descenderá de la máquina hasta que ésta no se encuentre a una distancia segura. Si descendiese antes, el conductor entra en el circuito línea aérea – máquina - suelo y está expuesto a electrocutarse.

- Si es imposible separar la máquina, y en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los medios habituales, sino que saltará lo más lejos posible de la máquina evitando tocar ésta.



MODO DE ACTUACIÓN:

1. No tocar la máquina o la línea de caída de tierra.
2. Permanecer inmóvil o salir de la zona a pequeños pasos.
3. Advertir a las otras personas amenazadas de no tocar la máquina o la línea y de no efectuar actos imprudentes.
4. Advertir a las personas que se encuentren fuera de la zona peligrosa de no acercarse a la máquina.
5. Hasta que no se realice la separación entre la línea eléctrica y la máquina y se abandone la zona peligrosa no se efectuarán los primeros auxilios a la víctima.

3.3.3 Redes subterráneas de gas o agua

En el supuesto de redes subterráneas de gas, o agua, que afecten a la obra, antes de iniciar cualquier trabajo deberá asegurarse la posición exacta de las mismas, para lo que se recabará, en caso de duda, la información necesaria de las compañías afectadas, gestionándose la posibilidad de desviarlas o dejarlas sin servicio. Estas operaciones deberán llevarlas a cabo las citadas compañías. De no ser factible, se procederá a su identificación sobre el terreno y, una vez localizada la red, se señalará marcando su dirección, trazado y profundidad, indicándose, además, el área de seguridad y colocándose carteles visibles advirtiendo del peligro y protecciones correspondientes.

3.4 PERSONAL DE SEGURIDAD Y SALUD

Dentro del personal necesario referente a Seguridad y Salud existirá la persona de Supervisor de Seguridad que estará determinado en la figura del Jefe de Calidad y Prevención, el cual velará por el cumplimiento del Plan de Seguridad que se deberá confeccionar, el cual junto con el Jefe de Obra y el Coordinador de Seguridad realizarán procedimientos de actividades nuevas u omitidas en este estudio, para que a través de anejos puedan irse anexionando al mencionado Plan, realizarán el seguimiento de los riesgos y prevenciones de las actividades diarias, así como las protecciones individuales y colectivas se desarrollen según lo previsto.

El Supervisor de Seguridad dependerá directamente del Jefe de Obra y podrá tener a su cargo un oficial Vigilante de Seguridad que recorrerá diariamente la obra vigilando las medidas de protección colectiva e individual y repondrá todo aquello que por el uso se observe necesaria su reposición.

4 ACTUACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

4.1 ACCESOS, CERRAMIENTOS Y RAMPAS

Desde el comienzo de los trabajos el perímetro de la obra deberá estar delimitado y señalizado con objeto de evitar riesgos tanto a los propios trabajadores como a terceros - viandantes, curiosos,- que pudieran acceder a ella. Han de señalizarse e identificarse las entradas y salidas de forma que pueda establecerse un control de acceso.

Los accesos de vehículos y peatones han de estar delimitados. Las vías de circulación, zonas de maniobra y estacionamiento de las máquinas han de estar libres de obstáculos y señalizadas, y, en su caso, compactadas.

El paso de vehículos en el sentido de entrada se señalizará con limitación de velocidad a 10 ó 20 Km/h y ceda el paso. Se obligará la detención con una señal de STOP en lugar visible del acceso en sentido de salida.

Las vías y salidas de emergencia han de hallarse señalizadas y expeditas, y tienen que ser adecuadas al número y ubicación de los trabajadores en la obra.

La situación de las instalaciones al servicio de los trabajadores así como las oficinas, han de situarse fuera de las zonas de especial riesgo: radio de acción de la grúa, bordes de excavación, caída de objetos.

4.2 SEÑALIZACIÓN

Conceptos:

1. Señalización de seguridad y salud en el trabajo. Una señalización, que referida a un objeto, actividad o situación determinadas proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda.

COLORES

1. Generalidades. Los colores deberán llamar la atención e indicar la existencia de un peligro, así como facilitar una rápida identificación. Podrán, igualmente, ser utilizados por si mismos para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que sean importantes desde el punto de vista de la seguridad. Los colores que se indican en esta norma no afectan a otras normas de colores que se emplean para otro tipo de identificaciones.

2. Colores de seguridad. Los colores de seguridad serán los que se señalan en la tabla 1, según norma UNE I. 11 5, en donde se indica el color y su significado, así como ejemplos de aplicaciones fundamentales para las que se empleen los citados colores.

3. Colores de contraste. Se emplearán los colores blanco y negro, siempre en combinación con los colores de seguridad, al objeto de mejorar las condiciones de visibilidad de éstos; asimismo, evitarán confusiones entre un color de seguridad y un color de fondo. Se aplicarán también estos colores para los símbolos que aparezcan en las señales, de manera que formen contraste entre sí. Las combinaciones admitidas se exponen en la tabla 2.

Para evitar los inconvenientes derivados de las anomalías que algunas personas tienen para percibir ciertos colores, se emplean las señales con unas formas prefijadas, unidas a un color determinado, según se indica en la tabla 3.

FORMAS GEOMÉTRICAS

Como complemento de las señales de seguridad se utilizará una serie de símbolos en el interior de las formas geométricas adoptadas.

Las combinaciones de colores admitidas corresponderán a las indicadas en la tabla 2.

La presentación de los símbolos ha de ser lo más simple posible y deben eliminarse los detalles que no sean esenciales para la comprensión de la señal.

TABLA 1. COLORES DE SEGURIDAD: SIGNIFICADO Y APLICACIONES		
Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro-alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios.	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado	Señal de advertencia.	Atención, precaución. Verificación.
Azul	Señal de obligación.	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde.	Señal de salvamento o de auxilio.	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad.	Vuelta a la normalidad.

TABLA 2. COMBINACIÓN ENTRE COLORES DE SEGURIDAD, DE CONTRASTES Y DE LOS SÍMBOLOS					
Color de seguridad	Color de contraste	Color de los símbolos			
Rojo	Blanco	Negro			
Amarillo	Negro	Negro			
Verde	Blanco	Blanco			
Azul	Blanco	Blanco			

TABLA 3. RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE SEÑAL, SU FORMA GEOMÉTRICA Y COLORES UTILIZADOS					
Tipo de señal de seguridad	Forma Geométrica	Pictograma	Color		
Advertencia	Triangular	Negro	Amarillo	Negro	
Prohibición	Redonda	Negro	Blanco	Rojo	Rojo
Obligación	Redonda	Blanco	Azul	Blanco o azul	
Lucha contra incendios	Rectangular o cuadrada	Blanco	Rojo		
Salvamento o socorro	Rectangular o cuadrada	Blanco	Verde	Blanco o verde	

Fuente: http://www.carreteros.org/normativa/s_obra/s_obra.htm

DIMENSIONES

Las dimensiones de las señales y las diversas relaciones entre ellas, se establecerán tomando para el diámetro exterior o dimensión mayor los valores normalizados correspondientes a lo dispuesto en la serie A de la norma UNE 101 1-90.

Las señales de forma rectangular se adaptarán a los formatos de la serie A empleando prioritariamente los formatos principales sobre los alargados.

Para las dimensiones de una señal se aplicará hasta una distancia de 50 metros, la fórmula:

$$S \geq L^2/2.000$$

En la cual S representa la superficie de la señal en metros cuadrados y L la distancia en metros desde la cual se puede percibir la señal.

Las relaciones anteriores se detallan a continuación:

Dimensión mm	Distancia máxima según la forma		
			
1.189	34,98	49,73	53,17
841	24,74	35,18	37,61
594	17,48	24,85	26,56
420	12,36	17,57	18,78
297	8,74	12,42	13,28
210	6,18	8,78	9,39
148	4,36	6,19	6,62
105	3,09	4,39	4,70

Fuente: http://www.carreteros.org/normativa/s_obra/s_obra.htm

Las normas de señalización estarán en base a la categoría de la vía sobre la que se efectúe el trabajo y se llevarán a cabo atendiendo a las normas de tráfico y señalización del Ayuntamiento o Entidad Local.

Señales de prohibición. En estas señales el color de seguridad ocupará la superficie de una corona circular situada en el borde de la señal y una banda oblicua diametral de igual anchura colocada a 135°, recubriendo al menos el 35% de la superficie de la señal.

El color de fondo de la señal será el de contraste blanco y sobre él irá el símbolo, en color negro, contraste del blanco.

El color de seguridad rojo debe ser empleado para el borde y la banda transversal.

Señales de advertencia, obligación, salvamento e indicación. En estas señales el color de seguridad empleado debe cubrir al menos el 50% de la superficie de la señal.

El color de contraste se empleará para un reborde estrecho cuya dimensión será 1/20 del lado mayor y para el símbolo empleado.

El triángulo amarillo debe estar bordeado de negro.

Señales adicionales o auxiliares. El fondo de la señal será de color blanco y el texto en negro, si bien se admite que el fondo sea del color de seguridad de la señal a la que acompaña, y el texto en el color de contraste correspondiente.

Las señales adicionales o auxiliares serán de forma rectangular, con la misma dimensión máxima que la señal a la que acompaña, y colocada debajo de ella.

Señalización complementaria de riesgo permanente. En los casos en que no se utilizan formas geométricas normalizadas para la señalización de lugares que suponen un riesgo permanente de choque, caídas, etc. (tales como esquinas, pilares, huecos en pisos, partes salientes de equipos móviles, muelles de carga, etc.), deberá emplearse el color de seguridad amarillo en bandas alternadas oblicuas sobre fondo negro. Las bandas serán todas de la misma anchura e inclinadas en ángulo de 60° sobre la horizontal.

La distancia entre barras corresponderá a valores normalizados correspondientes a lo dispuesto en la serie A de la norma UNE 101 1-90.

CIRCULACIÓN EN EL INTERIOR DE LOS CENTROS DE TRABAJO

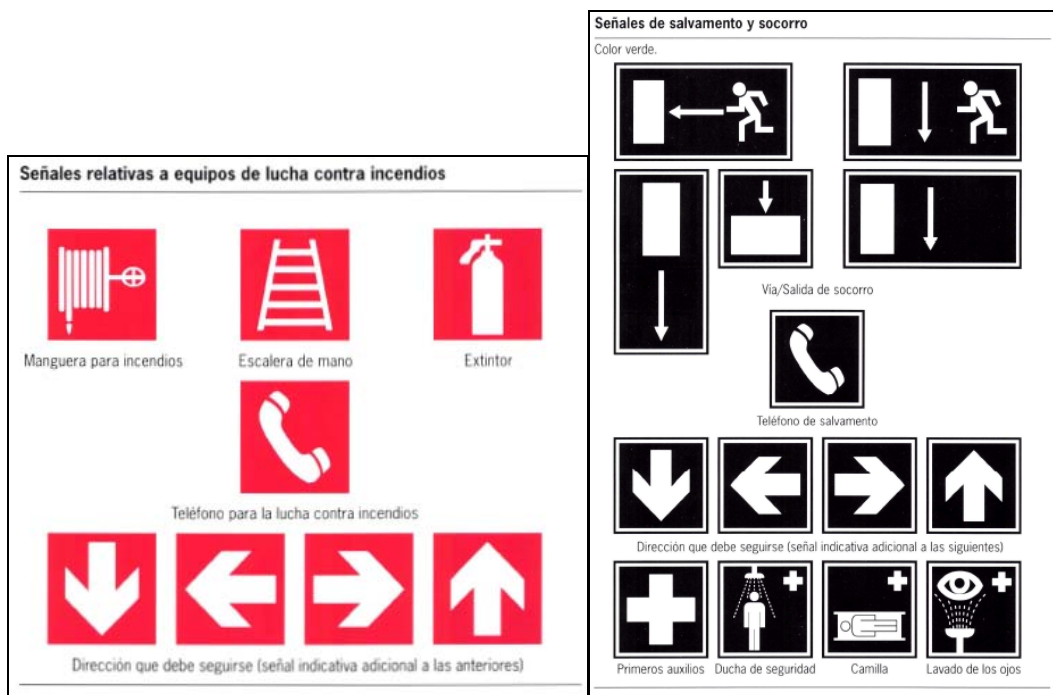
Las vías de circulación por donde transcurren materiales y vehículos en el interior de los centros de trabajo, deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido para la circulación por carretera, o en su caso la normativa específica aplicable al tipo de vehículo que se trate.

SEÑALES DE SEGURIDAD

Las señales de seguridad y símbolos a utilizar en la aplicación de esta norma, quedan relacionados y especificados a continuación:

ANEXO I		Señales de obligación	
Señales de prohibición 		Señales de obligación Color azul. 	
Señales de advertencia Fondo del triángulo color amarillo. 		Señales de advertencia Fondo del triángulo color amarillo. 	

Fuente: http://www.carreteros.org/normativa/s_obra/s_obra.htm



Fuente: http://www.carreteros.org/normativa/s_obra/s_obra.htm

4.3 INSTALACIONES PROVISIONALES DE LOS TRABAJADORES

En cumplimiento de la normativa vigente y con el fin de dotar al centro de trabajo de las mejores condiciones para la realización de las tareas, se prevé la instalación de casetas prefabricadas en chapa y dotadas de calefacción, mediante radiadores eléctricos con el siguiente desglose de unidades:

- Caseta para aseos.
- Caseta para vestuarios.
- Caseta para comedor.

Cada caseta prefabricada constará de los siguientes elementos:

- Caseta para aseos:
 - Inodoros en cabinas aisladas con puerta de cierre interior, con carga y descarga automática de agua corriente, con papel higiénico y perchas.
 - Lavabos.
 - Duchas instaladas en cabina aislada con puerta de cierre interior, con dotación de agua fría y caliente y percha para colgar la ropa.
 - 1 calentador eléctrico de 50 litros.
- Caseta para vestuarios:
 - Taquillas metálicas provistas de llave.
 - Bancos de madera corridos de 5 metros de longitud
- Caseta para comedor:
 - Mesas de madera con capacidad por mesa de 10 personas.
 - bancos de madera con capacidad por banco 5 personas.

- Calienta comidas.
- Recipientes para recogida de basuras.

4.4 ZONAS DE TRABAJO, CIRCULACIÓN Y ACOPIOS

ZONA DE TRABAJO

Se seguirán las siguientes condiciones preventivas en el entorno de la zona de trabajo:

- Establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo.
- Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, horcas, redes, mallazo o ménsulas que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.
- Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al operario, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, picos, tablones, bridas, cables, ganchos y lonas de plástico.

En invierno se deberá establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo, disponiendo arena y sal gorda sobre los charcos susceptibles de heladas.

Los elementos estructurales inestables deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.

Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.,) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

La zona de trabajo se encontrará limpia de puntas, armaduras, maderas y escombros.

ACOPIOS

El Plan de seguridad y salud de la obra debe especificar la ubicación exacta de las zonas de acopio de materiales y de los diferentes talleres.

Hay que tener en cuenta los factores siguientes:

- que la zona resulte accesible para los vehículos externos de forma que no constituyan un riesgo para los trabajadores con su constante trasiego,
- que su traslado a posición no cause interferencias con los trabajos en cursos o deba discurrir por zonas de tránsito habitual de los trabajadores,
- que el firme se halla lo suficientemente compactado para evitar hundimientos y movimientos incontrolados,
- que la posición en que se colocan evita que se produzcan deslizamientos o deterioro de los materiales.

Además, las zonas de acopio de materiales se realizarán de conformidad a los Procedimientos Operativos de Seguridad, fijándose los siguientes criterios generales:

- No efectuar sobrecargas sobre la estructura de los forjados. Acopiar en el contorno de los capiteles de pilares.
- Dejar libres las zonas de paso de personas y vehículos de servicio de la obra.
- Comprobar periódicamente el perfecto estado de servicio de las protecciones colectivas puestas en previsión de caídas de personas u objetos, a diferente nivel, en las proximidades de las zonas de acopio y de paso.
- El apilado en altura de los diversos materiales se efectuará en función de la estabilidad que ofrezca el conjunto.
- Los pequeños materiales deberán acopiarse a granel en bateas, cubilotes o bidones adecuados, para que no se diseminen por la obra.

Acopios de materiales paletizados.

- Los materiales paletizados permiten mecanizar las manipulaciones de las cargas, siendo en sí una medida de seguridad para reducir los sobreesfuerzos, lumbalgias, golpes y atrapamientos. También incorporan riegos derivados de la mecanización, para evitarlos se debe:
- Acopiar los palets sobre superficies niveladas y resistentes.
- No se afectarán los lugares de paso.
- En proximidad a lugares de paso se deben señalizar mediante cintas de señalización (Amarillas y negras).
- La altura de las pilas no debe superar la altura que designe el fabricante.
- No acopiar en una misma pila palets con diferentes geometrías y contenidos.
- Si no se termina de consumir el contenido de un palet se flejará nuevamente antes de realizar cualquier manipulación.

Acopios de materiales sueltos

- El abastecimiento de materiales sueltos a obra se debe tender a minimizar, remitiéndose únicamente a materiales de uso discreto.

Acopios de áridos.

- Se recomienda el aporte a obra de estos materiales mediante tolvas, por las ventajas que representan frente al acopio de áridos sueltos en montículos.
- Las tolvas o silos se deben situar sobre terreno nivelado y realizar la cimentación o asiento que determine el suministrador. Si está próxima a lugares de paso de vehículos se protegerá con vallas empotradas en el suelo de posibles impactos o colisiones que hagan peligrar su estabilidad.
- Los áridos sueltos se acopiarán formando montículos limitados por tablones y/o tableros que impidan su mezcla accidental, así como su dispersión.

CIRCULACIÓN

Siempre que se produzca un corte total o parcial de tráfico, se dará aviso a la Policía Local. Igualmente se avisará a los servicios municipales que puedan verse afectados.

En general, en una vía de doble dirección, se procederá de la siguiente manera:

- Balizamiento adecuado del tramo en obras, que quedará acordonado con paneles de zona exclusiva al tráfico.
- Para cada sentido de circulación se dispondrá al menos de:
 - a) Panel de indicación de obras con expresión de la longitud de la zona afectada.
 - b) Prohibición de adelantamiento.
 - c) Limitaciones graduales de velocidad.
 - d) Señal de paso estrecho.
 - e) Señal de desvío provisional.
 - f) Establecimiento de prioridad en uno de los sentidos, normalmente, aquel cuyo carril no sea afectado mediante señales fijas.
 - g) Una persona a cada lado de la zona en obras con chaleco reflectante, provisto de señales para la ordenación regulada del tráfico. En caso de no verse entre ellas, estas personas, se comunicarán por medios radiotelefónicos. Durante la noche, deberá permanecer un sistema de iluminación de regulación alterna de tráfico por carril único.
 - h) Señal de fin de prohibiciones al rebasar el panel de aviso del sentido opuesto.
 - i) Se preverán balizas luminosas durante la noche acordonando el tramo en ejecución.

El personal que deba realizar servicios nocturnos en vías urbanas con presencia de tráfico rodado, deberá ir provisto de chaleco reflectante, polainas y demás prendas que ayuden a su identificación por parte de los conductores.

Igualmente, todos los vehículos de servicio nocturnos irán provistos de una luz intermitente de señalización normalizada para vehículos, color naranja. Esta luz se colocará en el techo cada vez que el vehículo se estacione en la vía correspondiente.

También podrá utilizarse este sistema de señalización en trabajos diurnos cuando se considere que ayuda a su identificación a distancia en lugares de difícil localización.

4.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

Con el fin de garantizar a la vez la seguridad y una mejor explotación de la instalación, se agruparán en armarios o cuadros los instrumentos de corte y de protección de circuitos y personas.

Toda instalación debe estar convenientemente subdividida en varios circuitos con objeto de limitar las consecuencias resultantes de un defecto que pueda surgir en cualquiera de ellos. Esta subdivisión facilitará además la localización de defectos y los trabajos de mantenimiento.

En el origen de cada instalación debe existir un conjunto que incluya el cuadro general de mando y los dispositivos de protección principales.

La envolvente o carcasa de los cuadros eléctricos de obra cumplirá las siguientes prescripciones:

- La envolvente será de material aislante y de doble aislamiento.
- Se desestimará la utilización de cuadros o armarios de chapa por el riesgo de conducción eléctrica, así como por especificarlo el Reglamento de Baja Tensión, al estar instalados generalmente en ambientes húmedos.
- El grado de estanqueidad será el necesario contra las proyecciones de agua (según norma UNE como mínimo IP 45).

Los dispositivos a colocar en el interior de los cuadros, como interruptores automáticos, diferenciales, tomacorrientes, etc., llevarán las partes activas totalmente protegidas, no siendo accesibles sin el empleo de herramientas adecuadas. Es decir, estarán protegidos frente a contactos eléctricos directos.

En el cuadro de obra se colocarán dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas a base de interruptores magnetotérmicos.

Existirán interruptores magnetotérmicos generales para fuerza o maquinaria semifija y para alumbrado o maquinaria portátil.

Para la desconexión de las distintas máquinas de accionamiento eléctrico se colocarán en los cuadros de obra interruptores de corte o interruptores magnetotérmicos onnipolares, que además de servir de protección, cumplirán la misión de interruptor de corte para desconectar y conectar las clavijas sin tensión.

No se utilizarán fusibles en los cuadros de obra, dado el fácil trucaje en el calibrado de los mismos.

En el cuadro eléctrico de distribución general se dispondrá como mínimo de un interruptor diferencial de sensibilidad máxima 30 mA.

- Para la maquinaria semifija se instalará protección diferencial de sensibilidad máxima 300 mA.
- Para la maquinaria portátil, normalmente bipolar, así como para el alumbrado, se instalará protección diferencial de alta sensibilidad, como máximo 30 mA.

De ser necesario el uso de cuadros parciales para conectar máquinas portátiles, la protección diferencial será de alta sensibilidad, 10 ó 30 mA.

Las tomas de tierra se instalarán al lado de los cuadros o armarios eléctricos y de éstos partirán los conductores de protección hacia las máquinas o aparatos a utilizar en obra.

- Si como toma de tierra se utilizan picas de acero galvanizado, tendrán un diámetro mínimo de 25 mm. Si son picas de cobre, el diámetro mínimo será de 14 mm.
- La sección del cable de unión entre la toma de tierra y el cuadro eléctrico de obra no será inferior a 16 mm².
- Los conductores de protección estarán perfectamente identificados por el color amarillo-verde de su aislamiento.

Las tomas de corriente de los cuadros o armarios eléctricos de distribución serán de material aislante y su grado de protección será como mínimo IP 445.

- Las tomas de corriente irán instaladas preferentemente en los laterales del armario e irán a un interruptor de corte que permita dejarlas sin tensión en el momento de realizar una conexión o desconexión entre ellas.

Los colores de las tomas de corriente y los tomacorrientes serán los siguientes:

- Violeta 24 voltios.
- Azul 220 voltios.
- Rojo 380 voltios.

Las tomas de corriente deberán llevar una tapa de protección cubriendo sus alveolos y éstos serán inaccesibles a los dedos aun en caso de rotura de la tapa.

Se prohíbe cambiar una toma de corriente por un tomacorrientes (enchufe) para evitar dejar en tensión los espárragos accesibles del tomacorrientes.

Se realizará periódicamente una inspección de la instalación para detectar posibles averías en los dispositivos de corte o de protección, comprobando al mismo tiempo el correcto funcionamiento mecánico de los interruptores diferenciales mediante el botón de test de prueba de estos aparatos.

Se tendrán presentes igualmente las especificaciones del Capítulo 14 de la presente norma y demás prescripciones del R.E.B.T.

4.6 ILUMINACIÓN

Deberá establecerse un sistema eficaz de iluminación provisional de las zonas de trabajo y paso, de forma que queden apoyados los puntos de luz sobre bases aislantes. Jamás se utilizará una espina de armadura a modo de báculo para el soporte de los focos de iluminación.

4.7 MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Los fuegos se catalogan en cuatro tipos:

- Clase A: Fuegos secos. Son los producidos por cuerpos sólidos con brasas (madera, papel, textiles).
- Clase B: Fuego de líquidos inflamables y sólidos licuables (gasolina, gas-oil, cera, etc.).
- Clase C: Fuego de gases inflamables (butano, acetileno).
- Clase D: Fuego de metales ligeros reactivos.

Los principales agentes extintores son:

- Agua: Actúa como agente enfriador. Es útil para fuegos de clase A. No debe utilizarse nunca sobre instalaciones eléctricas o en sus proximidades.
- Espuma: Agente que actúa por sofocación. Es útil para fuegos de clase A y B. No utilizarlo nunca sobre instalaciones eléctricas.

- CO2: Agente que actúa por enfriamiento y sofocación. Es Útil para fuegos de clase B. Se puede utilizar sobre instalaciones eléctricas.
- Polvo químico: Se emplea para fuegos clase A, B, C.
- Halones: Prohibidos desde el 31/12/2003.

Estarán colocados cerca del lugar donde pueda producirse conato de incendio.

Serán adecuados al fuego a combatir.

El acceso a los mismos estará perfectamente despejado.

El elemento extintor será dirigido a la base de las llamas barriendo lentamente la superficie, nunca directamente al foco.

En caso de incendio al aire libre, es importante colocarse de espaldas al viento.

En caso de incendio en instalación eléctrica o en su proximidad:

Intentar dejar la instalación sin tensión.

En caso de no ser posible se recomienda la utilización de extintores de CO₂.

5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Las que se derivan de la descripción realizada en los presupuestos, es decir:

- Movimiento de tierras.
- Obras de fábrica.
- Remates de obras accesorias.
- Instalación de equipos mecánicos y eléctricos.

6 ANÁLISIS DE LAS FASES DE TRABAJO PELIGROSAS Y PRECAUCIONES CON RELACIÓN A LOS RIESGOS

Siguiendo las unidades constructivas en las que hemos dividido el proyecto podemos distinguir las siguientes operaciones y riesgos.

Movimiento de tierras

- Descarga.
- El transporte e izado de materiales.
- Empleo de maquinaria pesada.
- Trabajos y desplazamientos de personas en altura, sobre andamios y pasarelas provisionales.
- Empleo de herramientas mecánicas, eléctricas y neumáticas.

Las condiciones de ejecución de estos trabajos y el empleo de los medios materiales y humanos necesarios para realizarlos, hacen previsibles los riesgos siguientes:

- Caída de materiales durante el izado por:
 - Defectuoso embragado de las piezas a izar.

- Fallo de los medios de elevación, por sobrecarga o defecto de funcionamiento.
- Fallo del terreno sobre el que se apoyan las grúas.
- Tropezar las piezas que se están izando con obstáculos interpuestos en el camino que han de recorrer.
- Riesgos derivados de la necesidad de efectuar maniobras en las cuales el operador de la máquina no ve el recorrido de la pieza que está izando.
- Por órdenes confusas o incorrectas.
- Por interferencias entre radio-teléfonos.
- Fallo de la coordinación en maniobras combinadas por espacios estrechos.
- Caída de personas desde altura por:
 - Desplazamiento sobre vigas, tubos o pasarelas sin protección.
 - Trabajos sobre andamios mal contruidos o carentes de protección.
 - Por rotura de andamios o pasarelas a causa de sobrecarga.
 - Por ser desplazados por movimientos imprevistos de cargas suspendidas debido a falsas maniobras.
 - Por desplazamientos por escaleras defectuosas.
 - Por no utilizar los medios individuales de protección.
 - Por accesos deficientes sin protección.
 - Por carencia de protección.
- Golpes, caída de personas o de materiales por:
 - Falta de iluminación artificial a lugares de paso muy oscuros.
 - Deslumbramientos por situaciones defectuosas de los puntos de luz.
 - Almacenamiento defectuoso de materiales en plataformas elevadas.
 - Abandono de materiales y herramientas sobre vigas, pasarelas y andamios.
 - Rotura de herramientas, mangos, etc.
- Golpes y cortes por:
 - Manejo de herramientas manuales y mecánicas.
 - Proyección de partículas desprendidas por las máquinas de arranque de material o de herramientas defectuosas.
- Golpes, caídas de materiales o personal por:
 - Fallo del mecanismo por falta de mantenimiento apropiado.
- Atropellos por máquinas o vehículos
- Atrapamientos
- Ruidos y/o vibraciones
- Polvo

Obras de fábrica

La realización de esta fase supone:

- Descarga
- El transporte e izado de materiales.
- El empleo de grúas y cabrestantes como medios de elevación.
- Empleo de maquinaria pesada.
- Trabajos y desplazamientos de personas en altura, sobre andamios y pasarelas provisionales.
- Trabajos sobre superficies muy conductoras de la electricidad.
- Empleo de herramientas mecánicas, eléctricas y neumáticas.
- Trabajos de soldadura eléctrica.
- Apriete de tornillos y comprobación de par.
- Pintura.

Las condiciones de ejecución de estos trabajos y el empleo de los medios materiales y humanos necesarios para realizarlos, hacen previsible los riesgos siguientes:

- Caída de materiales durante el transporte en obra por:
 - Mala colocación de la carga.
 - Sujeción insuficiente o mal efectuada.
 - Vehículo de deficientes condiciones de funcionamiento.
 - Pistas en mal estado.
 - Conducción imprudente.
- Caída de materiales durante el izado por:
 - Roturas de eslingas por sobrecarga o mal estado de conservación.
 - Defectuoso embragado de las piezas a izar.
- Fallo de los medios de elevación, por sobrecarga o defecto de funcionamiento.
 - Fallo del terreno sobre el que se apoyan las grúas.
 - Fallo del anclaje en caso de sobrestantes.
- Tropezar las piezas que se están izando con obstáculos interpuestos en el camino que han de recorrer.
- Riesgos derivados de la necesidad de efectuar maniobras en las cuales el operador de la máquina no ve el recorrido de la pieza que está izando.
 - Por órdenes confusas o incorrectas.
 - Por interferencias entre radio-teléfono.
 - Por fallos de las suspensiones provisionales.
 - Defectuosa situación de cáncamos.
 - Fallo del anclaje de los cabrestantes.
 - Fallo de la coordinación en maniobras combinadas.
 - Por trabar las piezas al tener que introducirlas por espacios estrechos.
- Caída y vuelco de grúas por:
 - Sobrecarga.

- Inconsistencia o mala nivelación del terreno sobre el que se asientan la grúa.
- Choques con otras grúas y obstáculos existentes en su radio de acción.
- Choques por efectuar maniobras en condiciones de visibilidad insuficientes.
- Por falsas maniobras debidas a órdenes erróneas o dadas por más de una persona.
- Por manejo imprudente.
- Caída de personas desde altura por:
 - Desplazamiento sobre vigas, tubos o pasarelas sin protección.
 - Trabajos sobre andamios mal contruidos o carentes de protección.
 - Por rotura de andamios o pasarelas a causa de sobrecarga.
 - Por existencia de huecos al vacío carentes de protección.
 - Por ser desplazados por movimientos imprevistos de cargas suspendidas debido a falsas maniobras.
 - Por desplazamientos por escaleras defectuosas.
 - Por no utilizar los medios individuales de protección.
 - Por accesos deficientes sin protección.
 - Por carencia de protección.
- Golpes, caída de personas o de materiales por:
 - Falta de iluminación artificial o lugares de paso muy oscuros.
 - Deslumbramientos por situaciones defectuosas de los puntos de luz.
 - Almacenamiento defectuoso de materiales en plataformas elevadas.
 - Abandono de materiales y herramientas sobre vigas, pasarelas o andamios.
 - Rotura de herramientas, mangos, etc.
- Electrocución por:
 - Empleo en zonas muy conductoras de herramientas eléctricas carentes de los adecuados sistemas de protección contra contactos.
 - Falta de protección reglamentaria o mal funcionamiento de las mismas.
 - Existencia de conductores con defectos de aislamiento.
 - Iluminación a tensiones prohibidas.
 - Manipulación de cuadros y máquinas eléctricas bajo tensión.
 - Manipulación de instalaciones y máquinas eléctricas por personal no cualificado.
- Golpes y cortes por:
 - Manejo de herramientas manuales y mecánicas.
 - Proyección de partículas desprendidas por las máquinas de arranque o de herramientas defectuosas.
- Quemaduras por:
 - Radiaciones de soldadura.
 - Manejo de sopletes y otras fuentes de llama.
- Incendios por:

- Existencia de lomas, plataformas de madera y otros materiales combustibles en las proximidades de tajos donde se efectúen trabajos de soldadura y oxicorte.
- Fugas de gases inflamables.
- Existencia de estufas de llama abierta.
- Golpes, caídas de materiales o personal por:
 - Rotura de cables o cadenas de trácteles o pull-lifts sometidos a sobrecarga.
 - Fallo del mecanismo por falta del mantenimiento apropiado.
- Atropellos por máquinas y vehículos.
- Ruidos y/o vibraciones
- Atrapamientos.
- Polvo.
- Dermatitis por cemento.

Remates de obras accesorias, e instalación de equipos electromecánicos.

La realización de esta fase, supone:

- Descarga.
- El transporte e izado de materiales.
- Trabajos y desplazamientos de personas en altura, sobre andamios y pasarelas provisionales.
- Trabajos sobre superficies muy conductoras de la electricidad.
- Empleo de herramientas mecánicas, eléctricas y neumáticas.
- Trabajos de soldadura eléctrica.
- Apriete de tornillos y comprobación de par.
- Pintura.

Las condiciones de ejecución de estos trabajos y el empleo de los medios materiales y humanos necesarios para realizarlos, hacen previsible los riesgos siguientes:

- Caída de materiales durante el transporte en obra por:
 - Mala colocación de la carga.
 - Sujeción insuficiente o mal efectuada.
 - Vehículos de deficientes condiciones en funcionamiento.
 - Pistas en mal estado.
 - Conducción imprudente.
- Caída de personas desde altura por:
 - Desplazamientos sobre vigas, tubos o pasarelas sin protección.
 - Trabajos sobre andamios mal contruidos o carentes de protección.
 - Por rotura de andamios o pasarelas a causa de sobrecarga.

- Por existencia de huecos al vacío carentes de protección.
- Por ser desplazados por movimientos imprevistos de cargas suspendidas debido a falsas maniobras.
- Por desplazamientos por escaleras defectuosas.
- Por no utilizar los medios individuales de protección.
- Por accesos deficientes sin protección.
- Por carencia de protección.
- Golpes, caída de personas o de materiales por:
 - Falta de iluminación artificial o lugares de paso muy oscuros.
 - Deslumbramiento por situaciones defectuosas de los puntos de luz.
 - Almacenamiento defectuoso de materiales en plataformas elevadas.
 - Abandono de materiales y herramientas sobre vigas, pasarelas y andamios.
 - Rotura de herramientas, mangos, etc.
- Electrocutación por:
 - Empleo en zonas muy conductoras de herramientas eléctricas carentes de los adecuados sistemas de protección contra contactos.
 - Falta de protección reglamentaria o mal funcionamiento de las mismas.
 - Existencia de conductores con defectos de aislamiento.
 - Iluminación a tensiones prohibidas.
 - Manipulación de cuadros y máquinas eléctricas bajo tensión.
 - Manipulación de instalaciones y máquinas eléctricas por personal no cualificado.
- Golpes y cortes por:
 - Manejo de herramientas manuales y mecánicas.
 - Proyección de partículas desprendidas por las máquinas de arranque o de herramientas defectuosas.
- Quemaduras por:
 - Radiaciones de soldadura.
 - Manejo de sopletes y otras fuentes de llama.
- Incendios por:
 - Existencia de lomas, plataformas de madera y otros materiales combustibles en las proximidades de tajos donde se efectúen trabajos de soldadura y oxicorte.
 - Fugas de gases inflamables.
 - Existencia de estufas de llama abierta.
- Atropellos por máquinas o vehículos.

7 MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES

7.1 RIESGOS PRINCIPALES EN LA ZONA DE TRABAJO

Como resumen, indicamos a continuación los riesgos principales que pueden aparecer en las zonas de trabajo y que son los siguientes:

- Riesgo de trabajos en niveles superpuestos.
- Riesgos por interferencia con otras obras.
- Riesgos por caída de personal desde altura.
- Riesgos por caída de objetos.
- Riesgos por desplazamientos verticales.
- Riesgos por huecos en vacío.
- Riesgos por falta de iluminación.
- Riesgos eléctricos.

La prevención de los mismos, se efectuará conforme a lo dispuesto en este estudio y en particular en lo referente al Pliego de Cláusulas Particulares.

Adoptándose la disposición definitiva según los equipos y medios de que disponga el adjudicatario está obligado a la elaboración del Plan de Seguridad y Salud según su propio sistema de ejecución en el que se evalúen la eficacia de las medidas preventivas y protecciones, respecto a la aquí recogidas y en especial cuando se proponen medidas alternativas.

7.2 RIESGO DE DAÑOS A TERCEROS

Que se deriven de la circulación de los vehículos de transporte de tierras por carreteras públicas, así como los derivados de la posibilidad de proyección de materiales sobre personas y vehículos, como consecuencia de posibles voladuras.

En previsión de posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y de limitación de velocidad en la carretera a las distancias reglamentarias del entronque con ella.

Se indicarán de acuerdo con la normativa vigente el cruce pista con la carretera, tomándose las adecuadas medidas de seguridad.

Se indicarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose, en su caso, los cerramientos necesarios.

Si algún camino o zona pudiera ser afectado por proyecciones de piedras en las voladuras, se establecerá el oportuno servicio de interrupción del tránsito, así como las señales de aviso y advertencia que sean precisas.

7.3 RIESGOS FUERA DEL ÁREA DE TRABAJO

En este punto establecemos las normas de actuación para aquellos aspectos que superan el ámbito del área de trabajo pero que son fundamentales en la prevención y evitación de accidentes. Pueden resumirse en dos capítulos:

- Actuación sobre el factor técnico.
- Actuación sobre el factor humano.

A continuación hacemos un estudio de cada uno de ellos.

7.3.1 Actuación sobre el factor técnico

7.3.1.1 Protecciones individuales

Todos los trabajos sin exclusión de especialidades o categorías están obligados a utilizar y conservar las prendas de protección individuales que sean de aplicación al trabajo que se haya de realizar.

El Adjudicatario, entregará a su personal todos los medios de protección individual necesarios, reponiéndolos en caso de deterioro.

La utilización de estos medios será exigida por los mandos de la obra y por los vigilantes de seguridad, tomándose las pertinentes disciplinarias en caso necesario.

El personal estará informado de la obligación del uso de estos medios y de qué caudales tiene que emplear en cada momento, a través de las indicaciones de los mandos y vigilantes de seguridad.

Las protecciones individuales en principio previstas son:

- | | |
|--|---|
| - Cascos para todas las personas que participen en la obra, incluidos los visitantes. | - Cinturón de seguridad de sujeción. |
| - Cubrecabezas para penetración en fuego. | - Cinturón portaherramientas. |
| - Monos o buzos, no tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial. | - Cinturón de seguridad de caída. |
| - Prendas reflectantes. | - Cinturón de seguridad de suspensión. |
| - Botas de seguridad de cuero (clase III). | - Dispositivo anticaída automático. |
| - Botas de agua. | - Gafas contra impactos y antipolvo. |
| - Botas dieléctricas. | - Protectores auditivos. |
| - Guantes de goma. | - Equipo de protección para vías respiratorias. |
| - Guantes para extinción de incendios. | - Línea vertical de seguridad para anclaje y desplazamiento de cinturones de seguridad. |
| - Guantes de uso general. | - Línea horizontal de seguridad para anclaje y desplazamiento de cinturones de seguridad. |
| - Guantes dieléctricos. | - Filtro mecánico para vías respiratorias. |
| - Guantes para soldador. | - Pantalla de seguridad para soldador eléctrico, y para protección contra partículas. |
| - Guantes aislantes para evitar contactos eléctricos. | - Polainas de soldador. |
| - Cinturón antilumbago antivibratorio. | |

- Plantillas de protección frente a riesgos de perforación.
- Mandiles de cuero.
- Trajes de agua.
- Traje resistente al fuego.

7.3.1.2 Protecciones colectivas

La adecuada planificación y ejecución de protecciones individuales no evitará totalmente la existencia de riesgos. Es necesario por tanto adoptar medidas y elementos protectores de carácter colectivo. Estas protecciones consistirán en señalizaciones de peligro, señalizaciones de zonas inseguras, pasarelas para acceso a los tajos, andamios, zonas de paso protegidas, sistemas adecuados de iluminación.

Las protecciones colectivas en un principio previstas son:

- . Vallas de limitación y protección.
- . Cono de balizamiento.
- . Balizas luminosas.
- . Valla autónoma de contención de peatones.
- . Señales de tráfico.
- . Soportes y anclajes de redes.
- . Cubriciones y tapas de huecos.
- . Extintores.
- . Interruptores diferenciales.
- . Tomas de tierra.
- . Instalación de puesta a tierra.
- . Riesgos.

7.3.1.3 Puesta en obra de los elementos de protección

En la planificación de obra, se ha hecho previsión de las necesidades de protecciones individuales y colectivas a fin de disponer en el almacén de obra de la cantidad y clase que requiera la carga de personal y la fase de montaje.

7.3.1.4 Revisiones de los elementos de protección

El servicio de seguridad se encargará de revisar el estado de los elementos de protección individuales y colectivos, y ordenará la inmediata sustitución o reparación en caso de deterioro.

7.3.2 Actuación sobre el factor humano

7.3.2.1 Selección y admisión del personal

Todos los mandos deben tener experiencia en la ejecución de obras similares, así como también el personal obrero fijo de plantilla.

En la contratación de personal eventual se seleccionarán con preferencia aquellos que tengan experiencia en montajes, y se dará primordial importancia a que reúnan las condiciones físicas y psíquicas necesarias para este tipo de trabajo.

Se atenderá a lo establecido en el Plan de Medicina y Seguridad, relativo a Reconocimientos, siendo por lo tanto necesario que antes de la incorporación al trabajo, se realice el pertinente reconocimiento médico que permita la declaración de “apto para toda clase de trabajo”, o por el contrario la de “no apto”.

7.3.2.2 Formación y factores humanos

En la formación de personal se actuará en dos campos:

- Por medio de Cursos de Seguridad o charlas de mentalización.
- Por medio de Normas o Instrucciones relativas al puesto de trabajo.

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud en el trabajo, al personal de obra.

Eligiendo el personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

8 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

- Botiquines.

Se prevé la instalación de varios botiquines de obra para primeros auxilios.

Los botiquines contendrán el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el trabajo.

- Asistencia a accidentados.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc). donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

- Reconocimiento médico

Como ya hemos dicho, todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento previo al trabajo.

Si el suministro de agua potable para el personal no se toma de la red municipal de distribución, sino de fuentes, pozos, etc., hay que vigilar su potabilidad. En caso necesario se instalarán aparatos para su cloración.

9 SERVICIOS SANITARIOS COMUNES

9.1 INSTALACIONES MÉDICAS

Se dispondrá de un local destinado a botiquín central, equipado con el material sanitario y clínico para atender cualquier accidente, y demás funciones necesarias para el control de la sanidad en la obra.

Será obligatoria la existencia de un botiquín en el tajo de aquellas zonas de trabajo que estén alejadas del botiquín central, para poder atender pequeñas curas, dotado con el imprescindible material actualizado.

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

9.2 INSTALACIONES DE SALUD Y BIENESTAR

Se dispondrá de vestuario, servicios higiénicos y comedores, debidamente dotados.

El vestuario dispondrá de taquillas individuales, con llave, asientos y calefacción.

Los servicios tendrán lavabos y duchas con agua fría y caliente para los trabajadores, y varios W.C., disponiendo de espejos y calefacción.

El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, pilas lavavajillas, calienta comidas, calefacción y un recipiente para desperdicios.

Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

10 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD.

En este apartado se incluye una estimación del equipamiento necesario para cumplir las condiciones de seguridad y salud en las instalaciones diseñadas.

PRESUPUESTOS PARCIALES

PRESUPUESTO SYS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 PROTECCIONES INDIVIDUALES			
01.01	Ud Casco de seguridad Casco de seguridad homologado.	15,00	2,09	31,35
01.02	Ud Pantalla de seguridad Pantalla de seguridad para soldador de autógena.	2,00	10,90	21,80
01.03	Ud Pantalla de seguridad Pantalla de seguridad para soldador de eléctrica.	2,00	15,89	31,78
01.04	Ud Pantalla seguridad protecc.partículas Pantalla de seguridad contra protección de partículas.	4,00	7,45	29,80
01.05	Ud Gafa de seguridad Gafa de seguridad para oxicorte.	4,00	10,52	42,08
01.06	Ud Gafa antipolvo Gafa antipolvo y anti-impactos	3,00	12,42	37,26
01.07	UD Mascarilla Mascarilla de respiración antipolvo	20,00	13,90	278,00
01.08	Ud Filtro para mascarilla Filtro para mascarilla antipolvo	10,00	1,42	14,20
01.09	Ud Protector auditivo Protector auditivo.	2,00	11,58	23,16
01.10	Ud Cinturón de seguridad Cinturón de seguridad.	2,00	9,07	18,14
01.11	Ud Cinturón antivibratorio Cinturón antivibratorio	2,00	16,34	32,68
01.12	Ud Mono o buzo Mono o buzo de trabajo.	10,00	12,94	129,40
01.13	Ud Impermeable Impermeable	15,00	12,25	183,75
01.14	Ud Mandil Mandil de cuero para soldador	3,00	12,57	37,71
01.15	Ud Par de manguitos Par de manguitos para soldador	4,00	3,50	14,00
01.16	Ud Par de polainas Par de polainas para soldador	4,00	4,46	17,84
01.17	Ud Par de guantes soldador Par de guantes para soldador	2,00	7,25	14,50
01.18	Ud Par de guantes goma fino Par de guantes de goma fino	15,00	2,02	30,30
01.19	Ud Par de guantes de cuero Par de guantes de cuero	8,00	9,02	72,16
01.20	Ud Par de guantes anticorte Par de guantes anticorte	2,00	4,47	8,94

PRESUPUESTO SYS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.21	Ud Par de guantes dieléctricos Par de guantes dieléctricos para baja tensión	2,00	23,83	47,66
01.22	Ud Par de botas impermeables Par de botas impermeables al agua y a la humedad	8,00	14,45	115,60
01.23	Ud Par de botas lona Par de botas de seguridad de lona	8,00	20,21	161,68
01.24	Ud Par de botas de seguridad de cuero Par de botas de seguridad de cuero	5,00	25,24	126,20
01.25	Ud Par de botas dieléctricas Par de botas de seguridad dieléctricas	5,00	37,12	185,60
01.26	Ud Protector de manos Protector de manos para puntero	2,00	3,97	7,94
TOTAL CAPÍTULO 01 PROTECCIONES INDIVIDUALES				1.713,53

PRESUPUESTO SYS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 PROTECCIONES COLECTIVAS				
02.01	Ud Señal normalizada de tráfico Señal normalizada de tráfico con soporte metálico incluida la colocación.	4,00	44,10	176,40
02.02	Ud Cartel indicativo de riesgos sin soporte Cartel indicativo de riesgos, sin soporte metálico e incluida la colocación	2,00	40,95	81,90
02.03	Ud Cartel indicativo riesgo con soporte metálico Cartel indicativo de riesgo, con soporte metálico e incluida la colocación	2,00	10,30	20,60
02.04	Ud Dispositivo anticaida Dispositivo anticaidas	2,00	109,26	218,52
02.05	MI Cordón de balizamiento Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	200,00	1,08	216,00
02.06	Ud Plataforma en voladizo Plataforma en voladizo para descarga de materiales, montaje y desmontaje	2,00	115,06	230,12
02.07	MI Barandilla con soporte Barandilla con soporte de puntales telescópicos y tablón en perímetro de forjado, incluida colocación y desmontaje	10,00	4,65	46,50
02.08	M2 Mallazo resistente Mallazo resistente como protección de huecos, incluida la colocación	20,00	2,48	49,60
02.09	Ud Valla autónoma Valla autónoma metálica de contención de peatones	5,00	46,22	231,10
TOTAL CAPÍTULO 02 PROTECCIONES COLECTIVAS			1.270,74	

PRESUPUESTO SYS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<hr/>				
CAPÍTULO 03 EXTINCIÓN DE INCENDIOS				
03.01	Ud Extintor			
	Extintor de polvo polivalente, incluidos el soporte y la colocación	4,00	54,75	219,00
<hr/>				
TOTAL CAPÍTULO 03 EXTINCIÓN DE INCENDIOS			219,00	

PRESUPUESTO SYS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 PROTEC. INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
04.01	Ud Instalación de puesta a tierra Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a rieles grúa-torre cuadros de electricidad, etc..	1,00	87,15	87,15
04.02	Ud Interruptor diferencial media sensibilidad Interruptor diferencial de media sensibilidad (300 mA), incluida instalación	1,00	69,12	69,12
04.03	Ud Interruptor diferencial alta sensibilidad Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA), incluida instalación	2,00	58,90	117,80
TOTAL CAPÍTULO 04 PROTEC. INSTALACIÓN ELÉCTRICA			274,07	

PRESUPUESTO SYS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 05 INSTALACIONES DEL PERSONAL				
05.01	M2 Alquiler mensual comedor Alquiler mensual de local para comedor, según descripción en planos.	5,00	7,21	36,05
05.02	Ud Mesa de madera Mesa de madera con capacidad para 10 personas	1,00	65,08	65,08
05.03	Ud Banco de madera Banco de madera con capacidad para 5 personas	1,00	25,54	25,54
05.04	Ud Calienta comidas Calienta comidas	1,00	41,67	41,67
05.05	Ud Radiador de infrarrojos Radiador de infrarrojos	2,00	28,97	57,94
05.06	Ud Pileta corrida Pileta corrida construida en obra y dotada con tres grifos	1,00	149,00	149,00
05.07	Ud Acometida de agua Acometida de agua y energía eléctrica en instalación de comedor, totalmetne terminada y en servicio.	1,00	386,07	386,07
05.08	Ud Recipiente recogida de basuras Recipiente para recogida de basuras	2,00	24,33	48,66
05.09	M2 Alquiler para vesturarios Alquiler mensual de local para vesturarios, según especificaciones en planos	5,00	7,51	37,55
05.10	Ud Taquilla metálica Taquilla metálica individual con llave	5,00	14,10	70,50
05.11	M2 Alquiler mensual para aseos Alquiler mensual de local para aseos, según especificaciones en planos.	3,00	9,02	27,06
05.12	Ud Ducha instalada Ducha instalada con agua fría y caliente	1,00	168,82	168,82
05.13	Ud Inodoro Inodoro, instalado	2,00	158,63	317,26
05.14	Ud Lavabo Lavabo instalado con agua fría y caliente	2,00	143,98	287,96
05.15	Ud Espejo instalado Espejo instalado	2,00	9,93	19,86
05.16	Ud Calentador de agua Calentador de agua de 50 l. de capacidad totalmente instalado	1,00	167,98	167,98
05.17	Ud Percha en cabina Percha en cabina para ducha y W.C.	10,00	3,91	39,10
05.18	H Hora de mano de obra limpieza Hora de mano de obra empleada en limpieza y conservación de las instalaciones del personal	180,00	6,29	1.132,20
TOTAL CAPÍTULO 05 INSTALACIONES DEL PERSONAL			3.078,30	

PRESUPUESTO SYS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 06 MEDICINA PREV. PRIM. AUXIL.			
06.01	Ud Botiquín Botiquín instalado en obra	1,00	135,23	135,23
06.02	Ud Reposición de material sanitario Reposición de material sanitario durante el transcurso de la obra	1,00	63,71	63,71
06.03	Ud Reconocimiento médico Reconocimiento médico obligatorio	10,00	20,43	204,30
06.04	M2 Local para botiquín Local para botiquín	4,00	57,34	229,36
TOTAL CAPÍTULO 06 MEDICINA PREV. PRIM. AUXIL.				632,60

PRESUPUESTO SYS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 07 FORM. REUNIÓN OBLIGADO CUMPL.			
07.01	Ud Reunión del Comité de seguridad y salud			
	Reunión del Comité de Seguridad y Salud	8,00	249,42	1.995,36
07.02	H Formación en Seguridad y Salud			
	Formación en Seguridad y Salud en el Trabajo	64,00	6,91	442,24
TOTAL CAPÍTULO 07 FORM. REUNIÓN OBLIGADO CUMPL.				2.437,60

PRESUPUESTO SYS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
08.01	CAPÍTULO 08 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD PA Coordinador seguridad y salud P.A. a justificar para el coordinador general en materia seguridad y salud durante dieciseis meses	1,00	4.800,00	4.800,00
TOTAL CAPÍTULO 08 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD			4.800,00	
TOTAL				14.425,84

RESUMEN DE PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	PROTECCIONES INDIVIDUALES	1.713,53	11,88
2	PROTECCIONES COLECTIVAS	1.270,74	8,81
3	EXTINCIÓN DE INCENDIOS	219,00	1,52
4	PROTEC. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	274,07	1,90
5	INSTALACIONES DEL PERSONAL	3.078,30	21,34
6	MEDICINA PREV. PRIM. AUXIL.....	632,60	4,39
7	FORM. REUNIÓN OBLIGADO CUMPL.	2.437,60	16,90
8	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD.....	4.800,00	33,27
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		14.425,84 €	
13,00 % Gastos generales.....		1.875,36 €	
6,00 % Beneficio industrial.....		865,55 €	
SUMA DE G.G. y B.I.		2.740,91 €	
16,00 % I.V.A.		2.746,68 €	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		19.913,43 €	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		19.913,43 €	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DIECINUEVE MIL NOVECIENTOS TRECE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

Madrid, a 17 de diciembre de 2009.

PLANOS

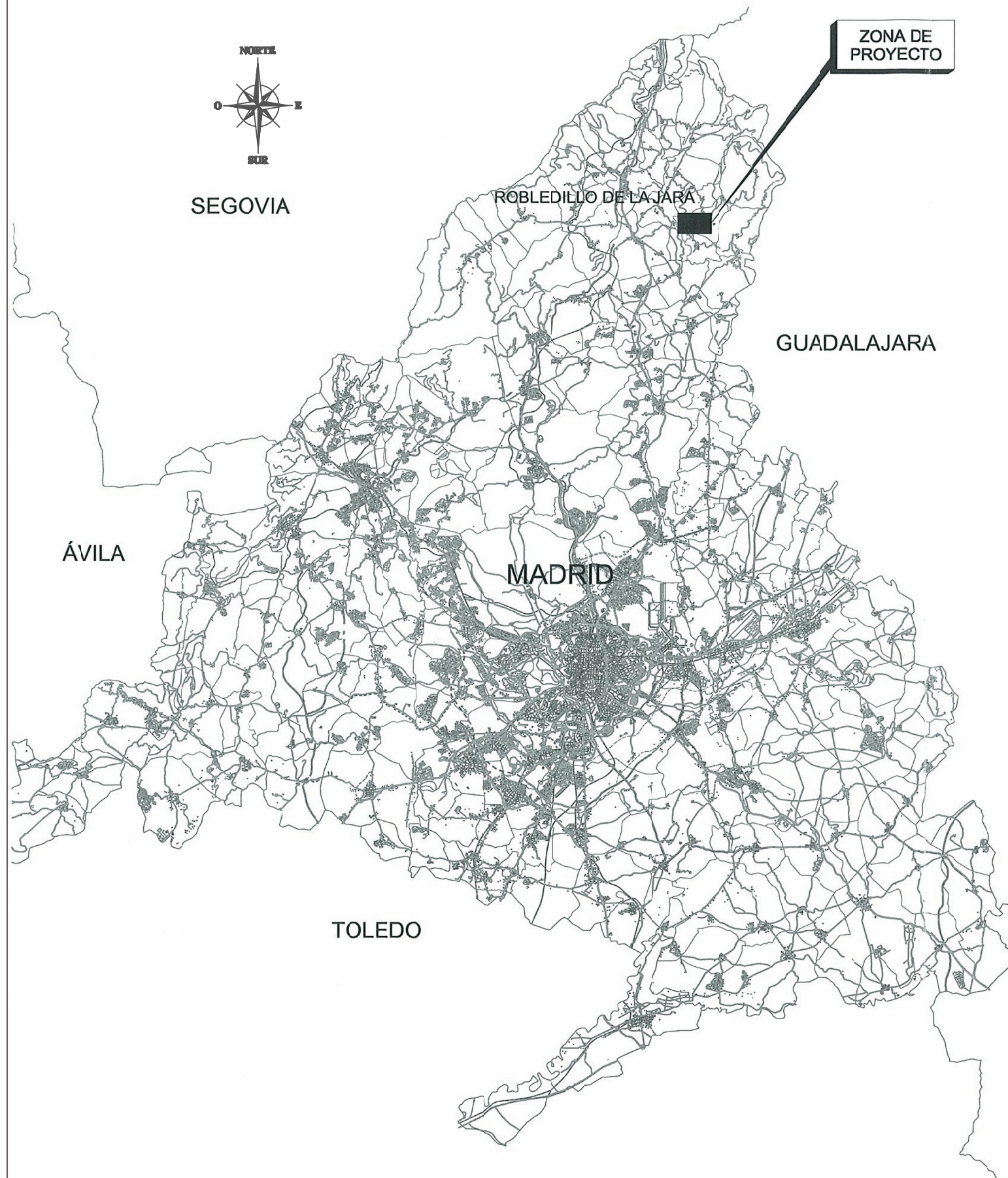
ÍNDICE DE PLANOS

N° PLANO	TÍTULO DEL PLANO
0	SITUACIÓN
0.1	SITUACIÓN. PLANTA GENERAL. OBRA CIVIL Y EQUIPOS (*)
0.2	SITUACIÓN. REPORTAJE FOTOGRÁFICO
1	ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO
1.1	ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO. LÍNEA DE AGUA. PRETRATAMIENTO
1.2	ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO. LÍNEA DE AGUA. TANQUE TORMENTAS, T. BIOLÓGICO, DECANTACIÓN Y VERTIDO
1.3	ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO. LÍNEA DE FANGO
1.4	ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO. LÍNEA DE AGUA. LÍNEA PIEZOMÉTRICA (CAUDAL MÁXIMO)
2	IMPLANTACIONES Y REDES (*)
2.1	IMPLANTACIÓN. PLANTA GENERAL
2.2	IMPLANTACIÓN. RED DE TUBERÍAS DE AGUA, FANGO Y AIRE
2.3	IMPLANTACIÓN. RED TUBERÍAS DE FLOTANTES, SOBRENADANTES Y VACIADOS
2.4	IMPLANTACIÓN. RED DE TUBERÍAS DE PLUVIALES
2.5	IMPLANTACIÓN. RED DE ALUMBRADO Y FUERZA
3	COLECTOR (*)
3.1	COLECTOR. PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL (1 DE 3)
3.2	COLECTOR. PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL (2 DE 3)
3.3	COLECTOR. PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL (3 DE 3)
4	CONEXIONES EXTERIORES (*)
4.1	CONEXIONES EXTERIORES Y CAMINO DE ACCESO. PLANTA
4.1	CONEXIONES EXTERIORES - LÍNEA ELÉCTRICA. PLANTA
5	EDIFICIO DE PROCESO
5.1	EDIFICIO DE PROCESO. PLANTA GENERAL. EQUIPOS
6	TANQUE DE TORMENTAS
6.1	TANQUE DE TORMENTAS. PLANTA Y SECCIONES. OBRA CIVIL Y EQUIPOS
7	TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y DECANTACIÓN SECUNDARIA
7.1	ARQUETA DE REPARTO A T. BIOLÓGICO Y DECANTADOR LAMELAR. PLANTA Y SECCIÓN
7.2	REACTOR BIOLÓGICO - DECANTADOR SECUNDARIO. PLANTA Y SECCIÓN CONVENCIONAL
7.3	REACTOR BIOLÓGICO - DECANTADOR SECUNDARIO. DEFINICIÓN DE PARRILLA, SECCIONES Y DETALLES
7.4	ARQUETA DE AGUA TRATADA. PLANTA, SECCIONES Y DETALLES

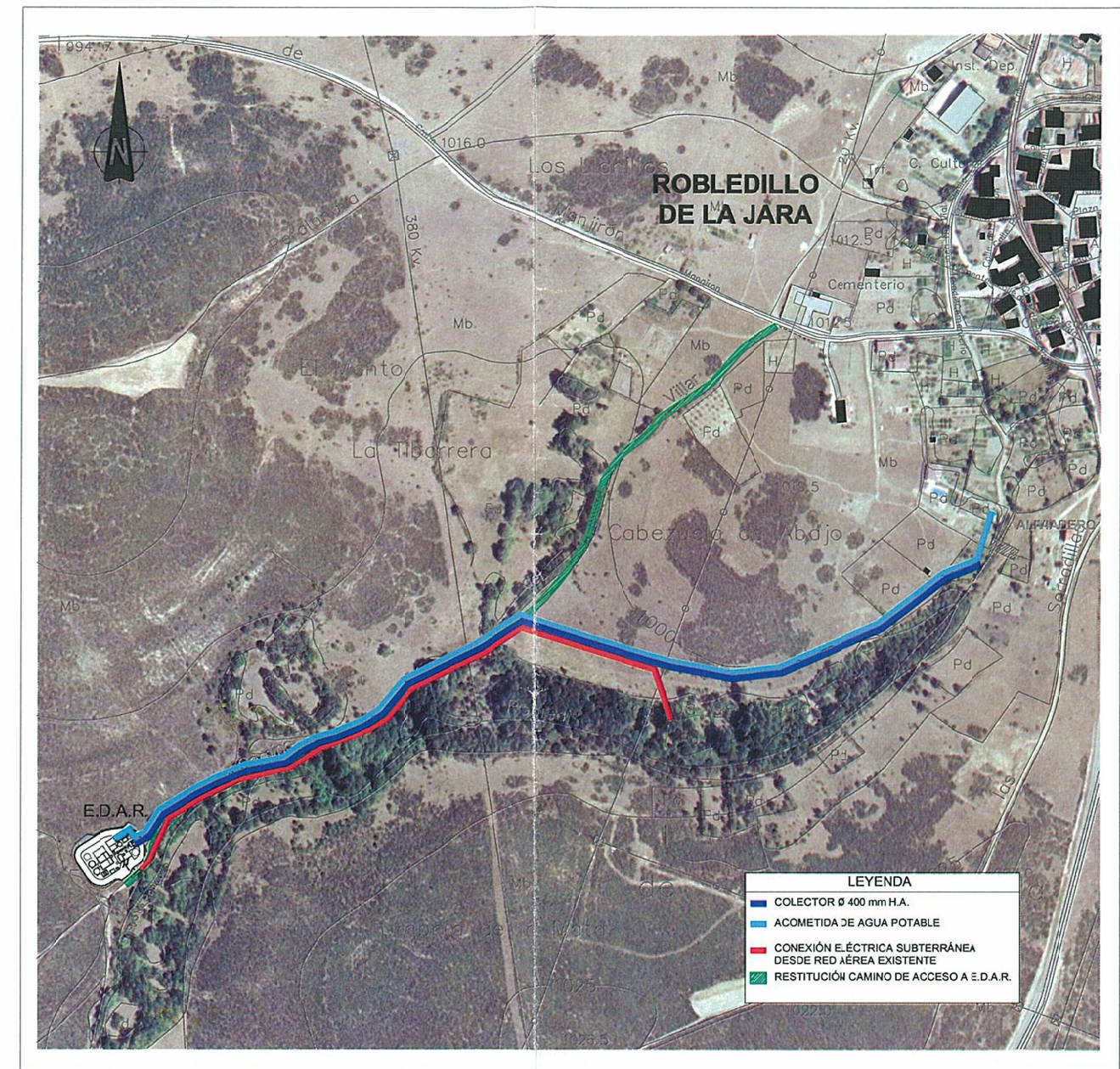
(*) Para la elaboración de estos planos se han utilizado como plantillas los planos topográficos facilitados por el Canal de Isabel II

Nº PLANO	TÍTULO DEL PLANO
8	RECIRCULACIÓN DE FANGOS Y FANGOS EN EXCESO
8.1	ARQUETA DE RECIRCULACIÓN DE FANGOS Y FANGOS EN EXCESO. PLANTA Y PLANTA-SECCIÓN
8.2	ARQUETA DE RECIRCULACIÓN DE FANGOS Y FANGOS EN EXCESO. SECCIONES
9	ESPESADOR DE FANGOS
9.1	ESPESADOR DE FANGOS. PLANTA, SECCIONES Y DETALLES. OBRA CIVIL Y EQUIPOS

(*) Para la elaboración de estos planos se han utilizado como plantillas los planos topográficos facilitados por el Canal de Isabel II.



ESCALA: 1/300.000



ESCALA: 1/2.500

I.T.I. MECÁNICA
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

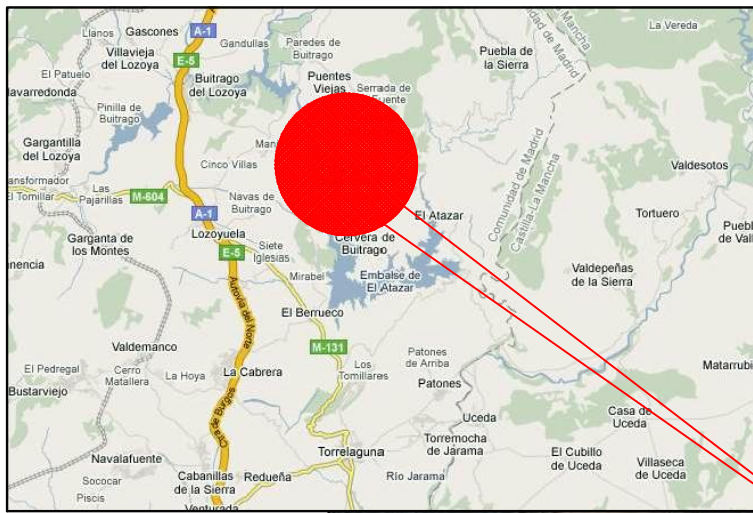
TÍTULO :
DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

INSTALACION DE DISEÑO:
COLECTOR Y EDAR DE ROBLEDILLO DE LA JARA

ESCALA :
INDICADAS
EN EL ORIGINAL FORMATO A1
FECHA :
DICIEMBRE 2009

DESIGNACIÓN :
E.D.A.R. DE ROBLEDILLO DE LA JARA
SITUACIÓN
PLANTA GENERAL
OBRA CIVIL Y EQUIPOS

PLANO Nº :
0.1
FICHERO/ESCALA PLOT :
0812-R-01 1=1



Camino de acceso



Inicio camino de acceso



Camino de acceso



Colector agua bruta



Enganche acometida agua potable



Inicio colector agua bruta



Enganche acometida eléctrica

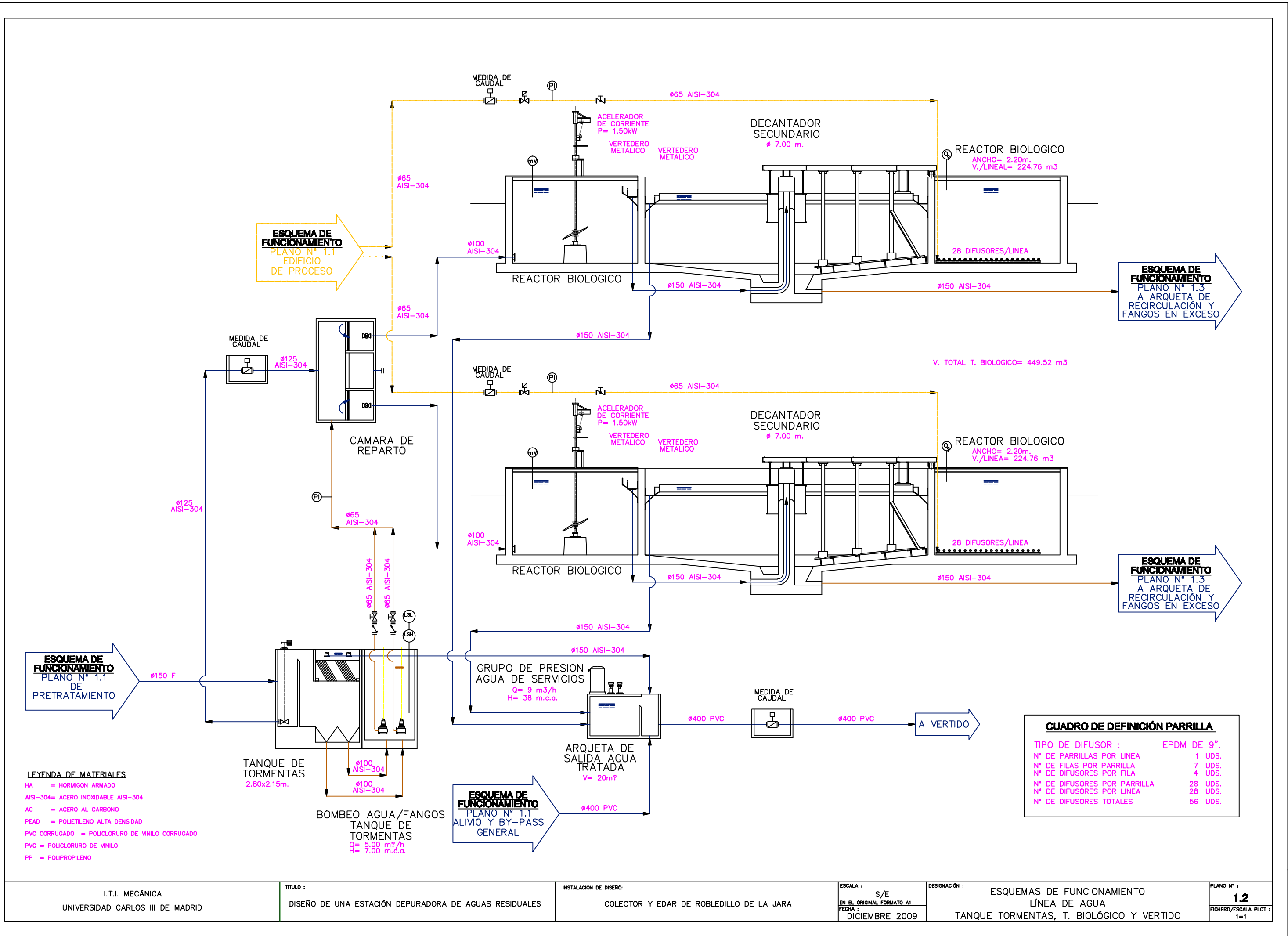


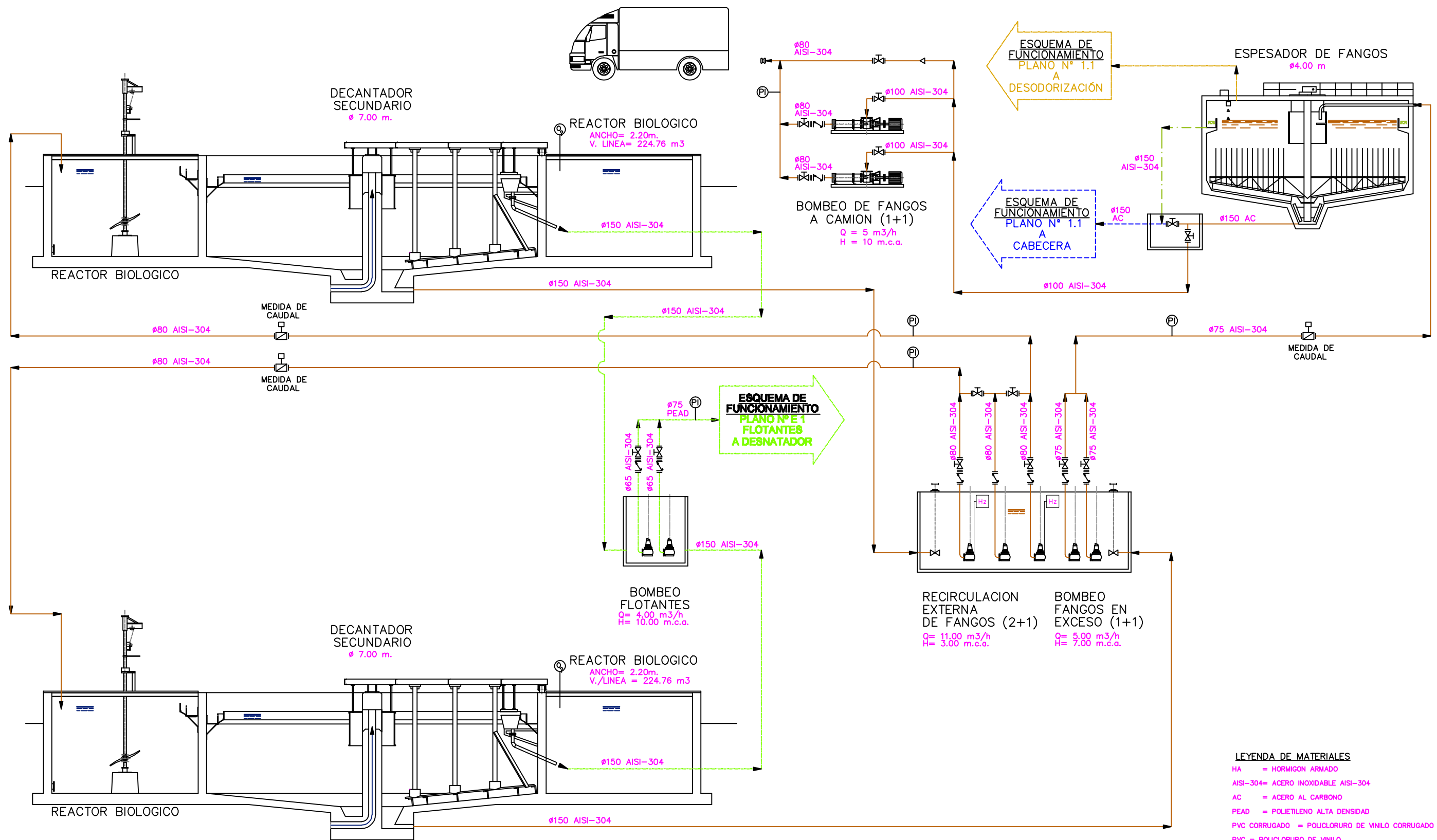
Zona de confluencia de trazas de las acometidas de agua bruta, potable y energía eléctrica hacia la E.D.A.R.

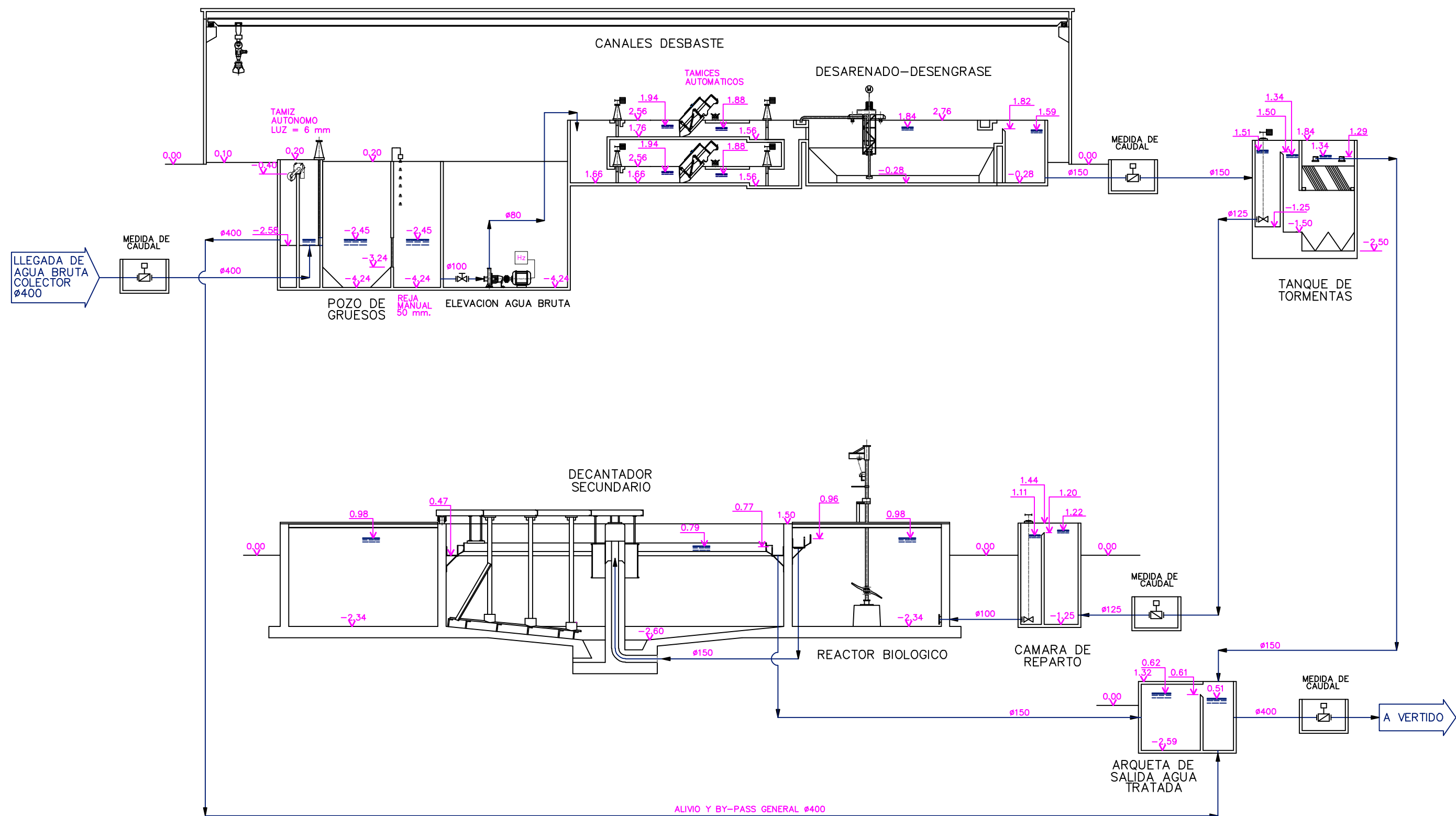


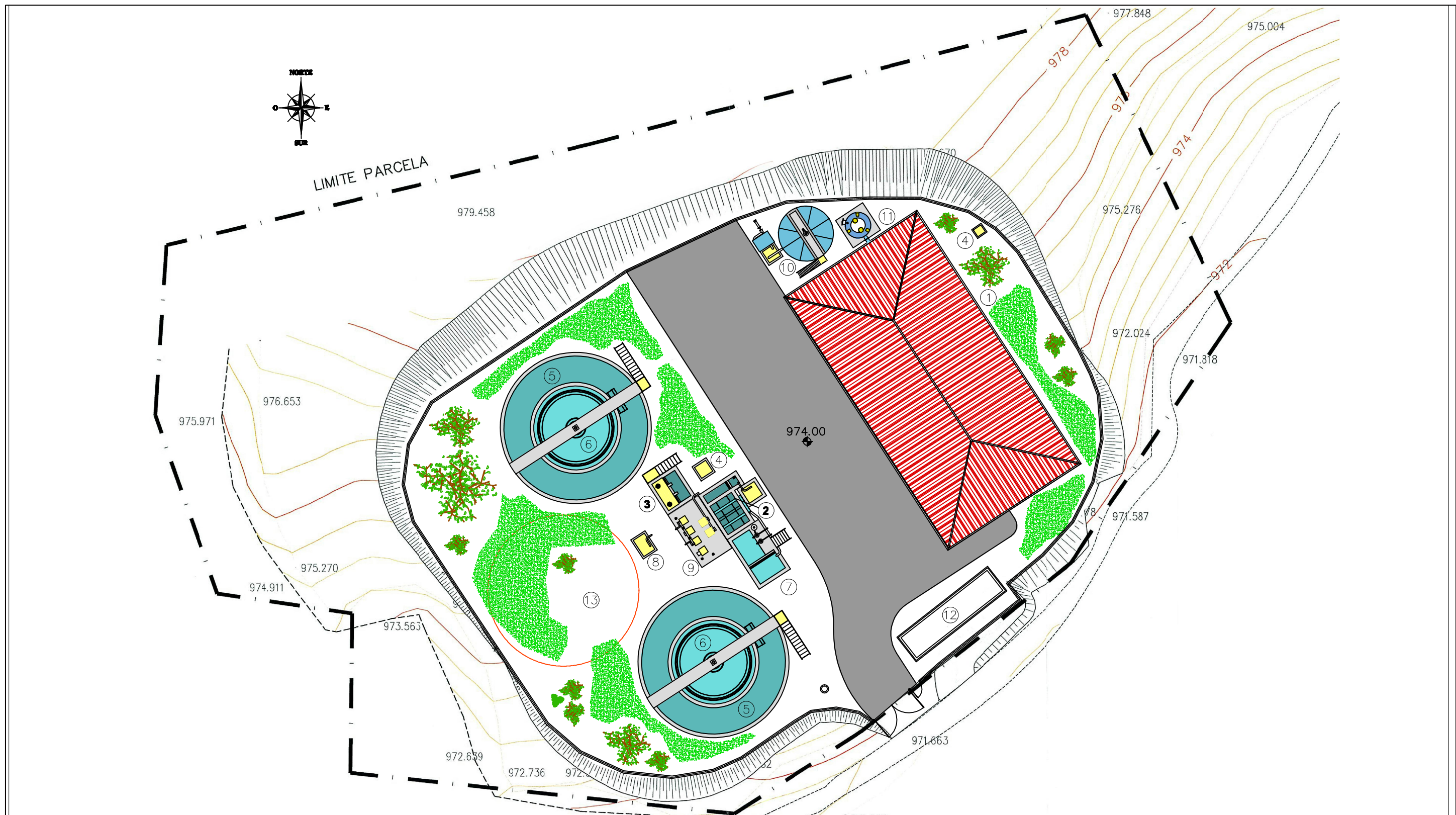
Parcela futura E.D.A.R.











LEYENDA

- | | |
|---------------------------------------|---|
| ① EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO | ⑧ ARQUETA BOMBEO DE FLOTANTES |
| ② TANQUES DE TORMENTAS | ⑨ ARQUETA DE BOMBEO Y RECIRCULACIÓN DE FANGOS |
| ③ OBRA DE REPARTO A REACTOR BIOLÓGICO | ⑩ ESPESADOR DE FANGOS |
| ④ ARQUETAS DE MEDIDA DE CAUDAL | ⑪ DESODORIZACIÓN |
| ⑤ REACTOR BIOLÓGICO | ⑫ CENTRO DE TRANSFORMACIÓN |
| ⑥ DECANTACIÓN SECUNDARIA | ⑬ REACTOR BIOLÓGICO-DECANTACIÓN SECUNDARIA FUTURO |
| ⑦ ARQUETA DE AGUA TRATADA | |

I.T.I. MECÁNICA
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

TÍTULO :
DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

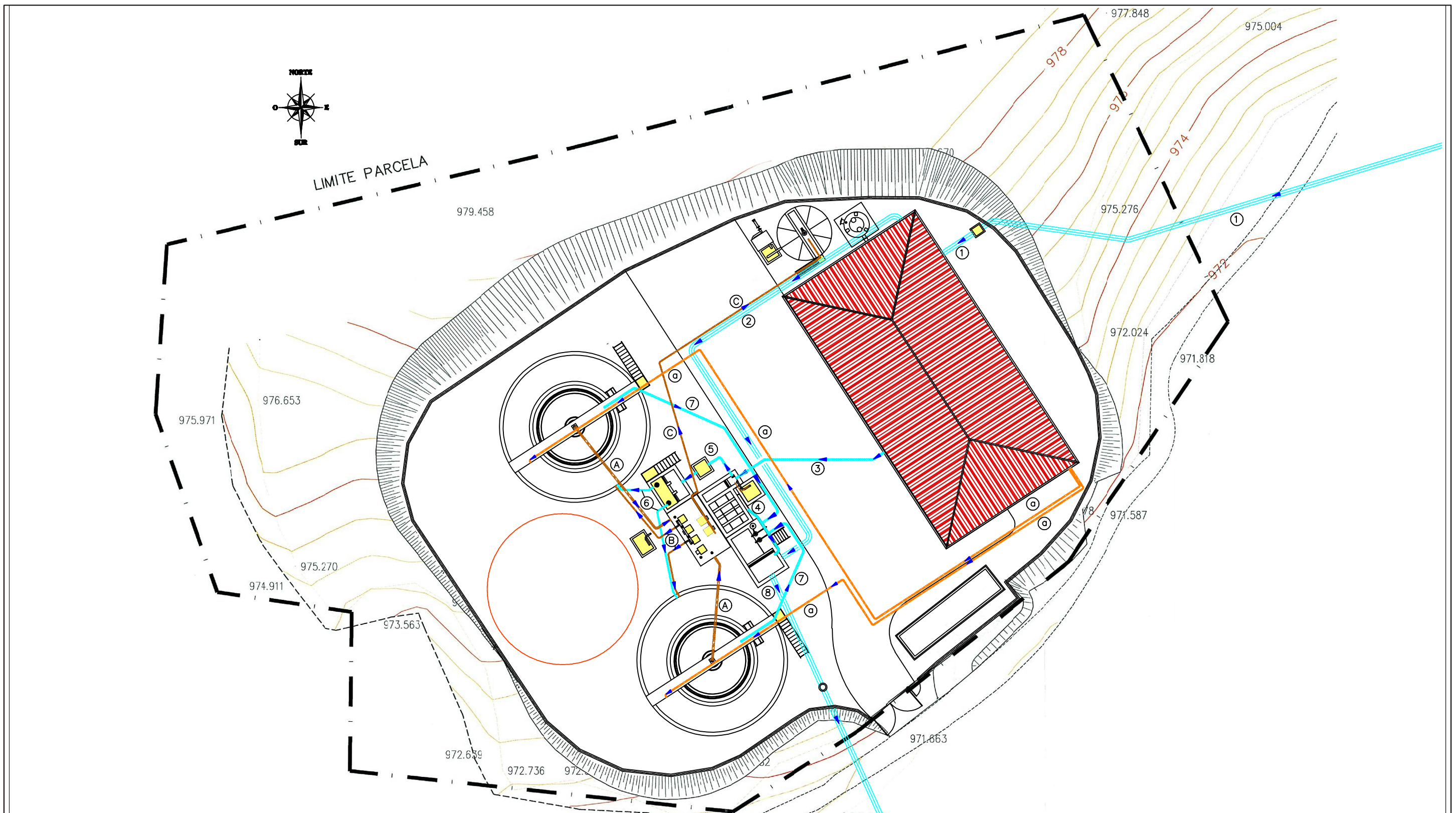
INSTALACION DE DISEÑO:
COLECTOR Y EDAR DE ROBLLEDILLO DE LA JARA

ESCALA :
1:125
EN EL ORIGINAL FORMATO A1
FECHA :
DICIEMBRE 2009

DESIGNACIÓN :

IMPLANTACIÓN
PLANTA GENERAL

PLANO Nº :
2.1
FICHERO/ESCALA PLOT :
0812-R-30, 1=1



LEYENDA LINEA DE AGUA

N. TUBERIA	DIAMETRO	MATERIAL
① COLECTOR DE LLEGADA	400	HA
② BY-PASS GENERAL	400	PVC
③ ENTRADA A TANQUE DE TORMENTAS	150	FD
④ SALIDA TANQUE DE TORMENTAS	150	AISI-304
⑤ ENTRADA A REPARTO REACTOR BIOLOGICO	125	AISI-304
⑥ ENTRADA A REACTOR BIOLOGICO	100	AISI-304
⑦ SALIDA AGUA DECANTADA	150	AISI-304
⑧ SALIDA AGUA TRATADA	400	PVC

LEYENDA LINEA DE FANGO

N. TUBERIA	DIAMETRO	MATERIAL
Ⓐ PURGA FANGOS EN EXCESO	150	AISI-304
Ⓑ RECIRCULACION EXTERNA DE FANGOS	80	AISI-304
Ⓒ BOMBEO DE FANGOS EN EXCESO	90	PEAD

LEYENDA RED DE TUBERIAS DE AIRE

N. TUBERIA	DIAMETRO	MATERIAL
ⓐ ALIMENTACION AIRE A R. BIOLOGICO	65	AISI-304

I.T.I. MECÁNICA
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

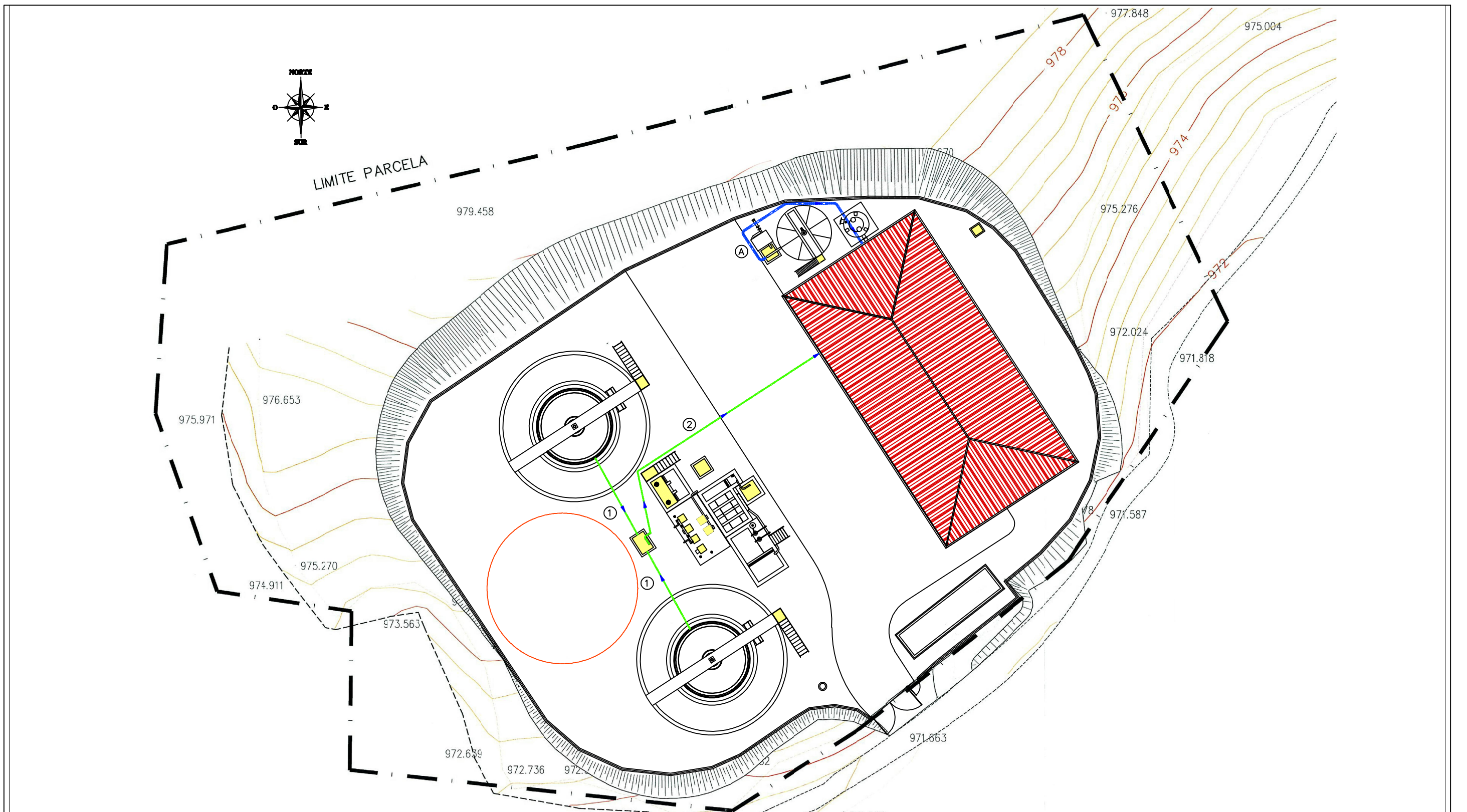
TÍTULO :
DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

INSTALACION DE DISEÑO:
COLECTOR Y EDAR DE ROBLDILLO DE LA JARA

ESCALA :
1:125
EN EL ORIGINAL FORMATO A1
FECHA :
DICIEMBRE 2009

DESIGNACIÓN :
IMPLANTACIÓN
RED DE TUBERIAS DE AGUA, FANGO Y AIRE

PLANO Nº :
2.2
FICHERO/ESCALA PLOT :
0812-R-30, 1=1



LEYENDA LINEA DE FLOTANTES

- | N. | TUBERIA |
|----|-------------------------------------|
| ① | SALIDA FLOTANTES DEC. SECUNDARIA |
| ② | IMPULSION FLOTANTES DEC. SECUNDARIA |

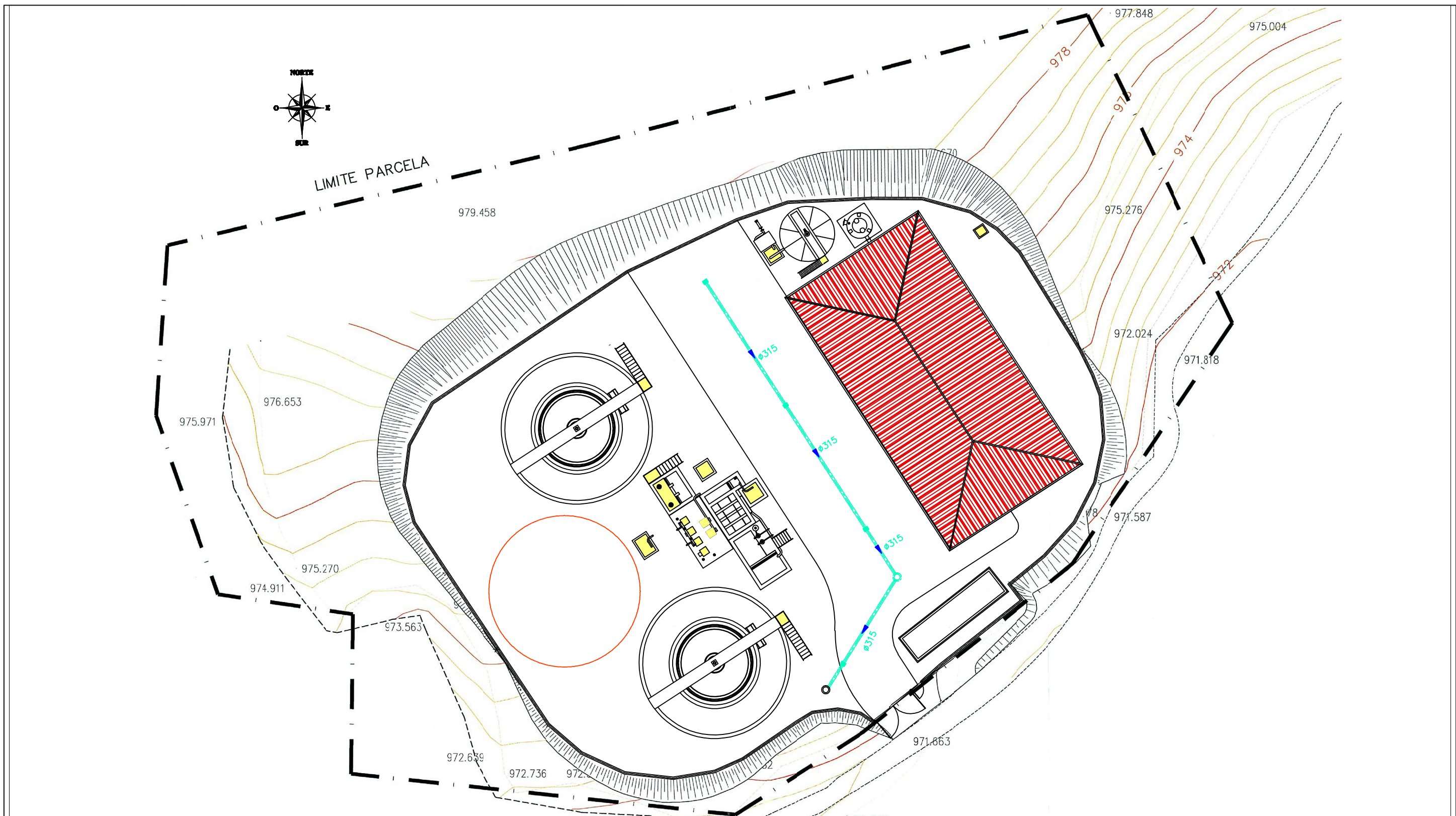
LEYENDA LINEA DE VACIADOS

- | N. | TUBERIA |
|----|--------------------|
| Ⓐ | VACIADOS ESPESADOR |

- | DIAMETRO | MATERIAL |
|----------|-----------|
| 150 | AIISI-304 |
| 75 | PEAD |




LEYENDA LINEA DE VACIADOS

- | DIAMETRO | MATERIAL |
|----------|----------|
| 150 | AC |



LEYENDA RED DE PLUVIALES

DEFINICION TUBERIAS : TODAS LAS TUBERIAS DE LA RED DE PLUVIALES
SERAN EN PVC Y LOS DIAMETROS INDICADOS

-  SUMIDERO
-  POZO
-  CONDUCCION DE PLUVIALES

I.T.I. MECÁNICA
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

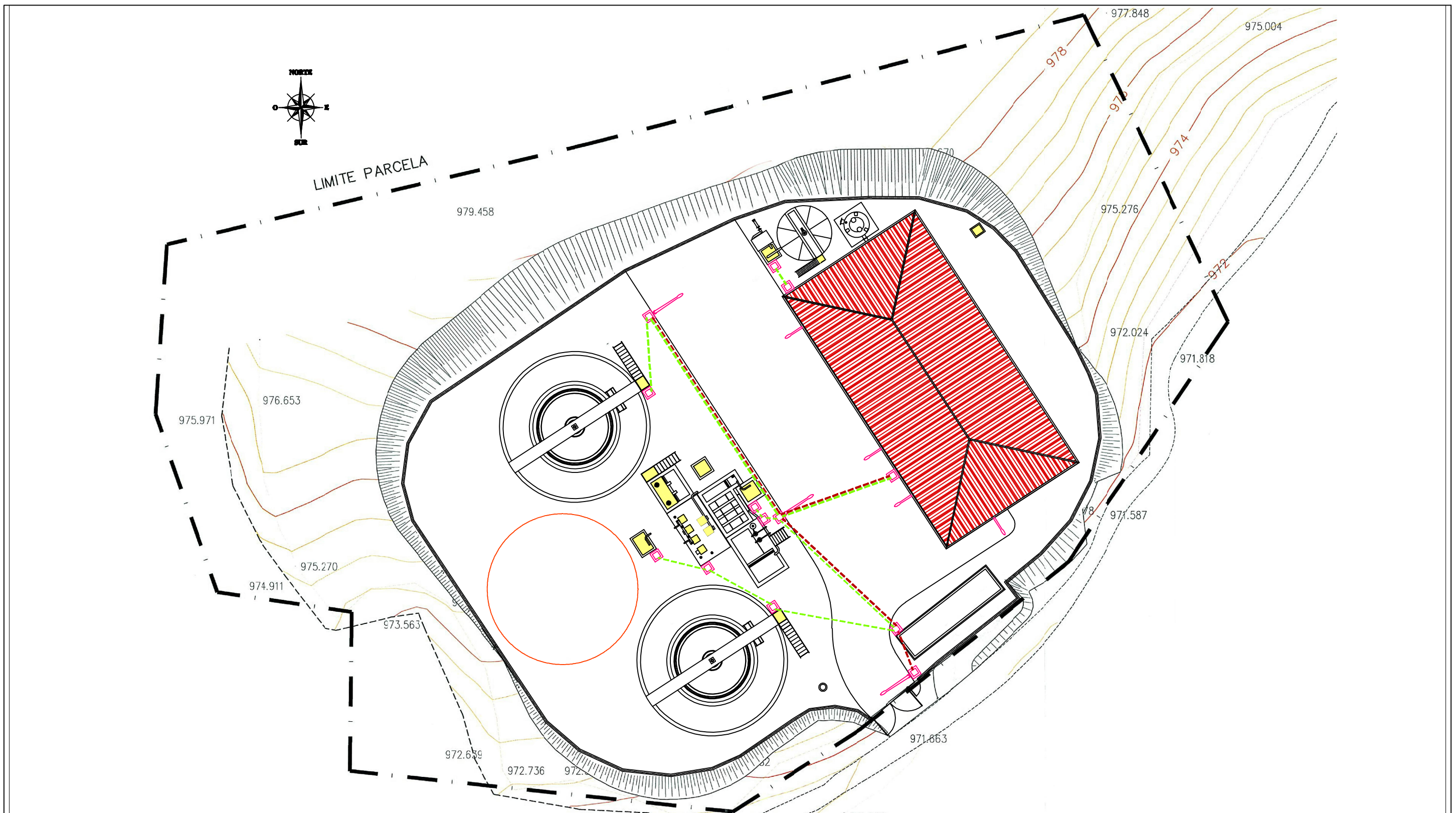
TÍTULO :
DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

INSTALACION DE DISEÑO:
COLECTOR Y EDAR DE ROBLEDILLO DE LA JARA






ESCALA :
1:125
EN EL ORIGINAL FORMATO A1
FECHA :
DICIEMBRE 2009

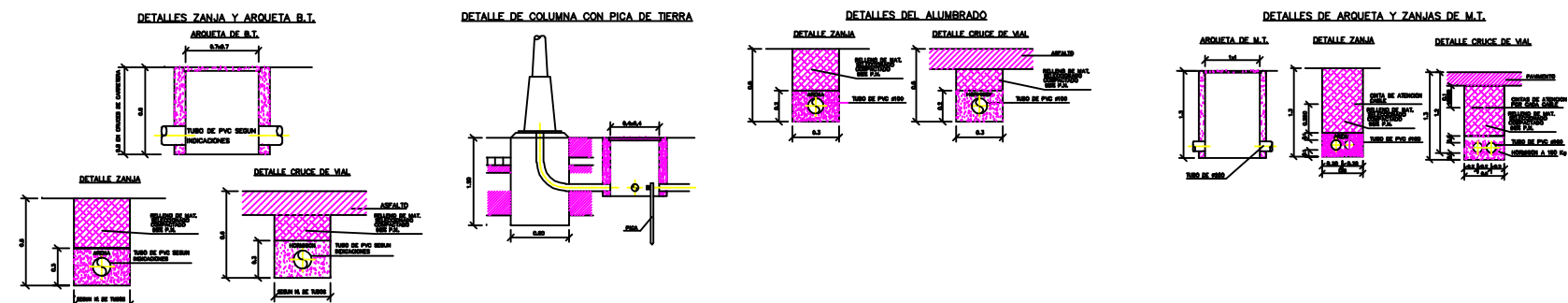
DESIGNACIÓN :
IMPLANTACIÓN
RED DE TUBERIAS DE PLUVIALES

PLANO Nº :
2.4
FICHERO/ESCALA PLOT :
0812-R-30, 1=1



LEYENDA RED DE ALUMBRADO Y ELECTRICIDAD

-  ARQUETAS REGISTRABLES
-  BACULO DE PARED
-  BACULO CON ARQUETA
-  CANALIZACION DE FUERZA CON 2 TUBOS DE PVC #160
-  CANALIZACION DE ALUMBRADO CON UN TUBO DE PVC #160



I.T.I. MECÁNICA
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

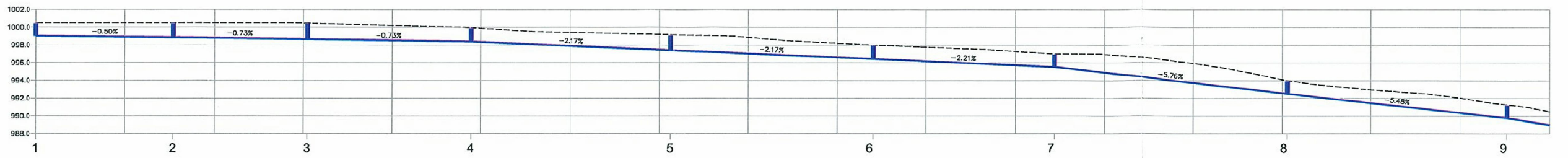
TÍTULO :
DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

INSTALACION DE DISEÑO:
COLECTOR Y EDAR DE ROBLADILLO DE LA JARA

ESCALA :
1:125
EN EL ORIGINAL FORMATO A1
FECHA :
DICIEMBRE 2009

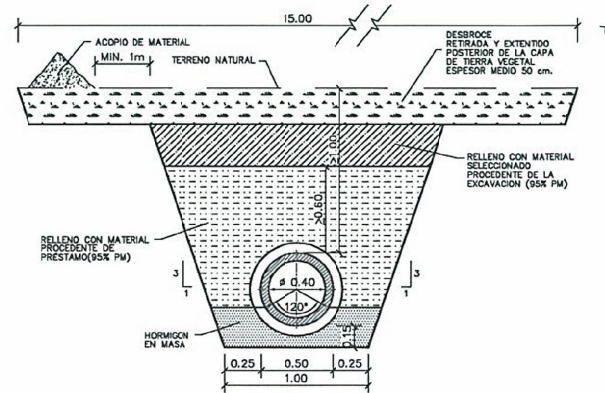
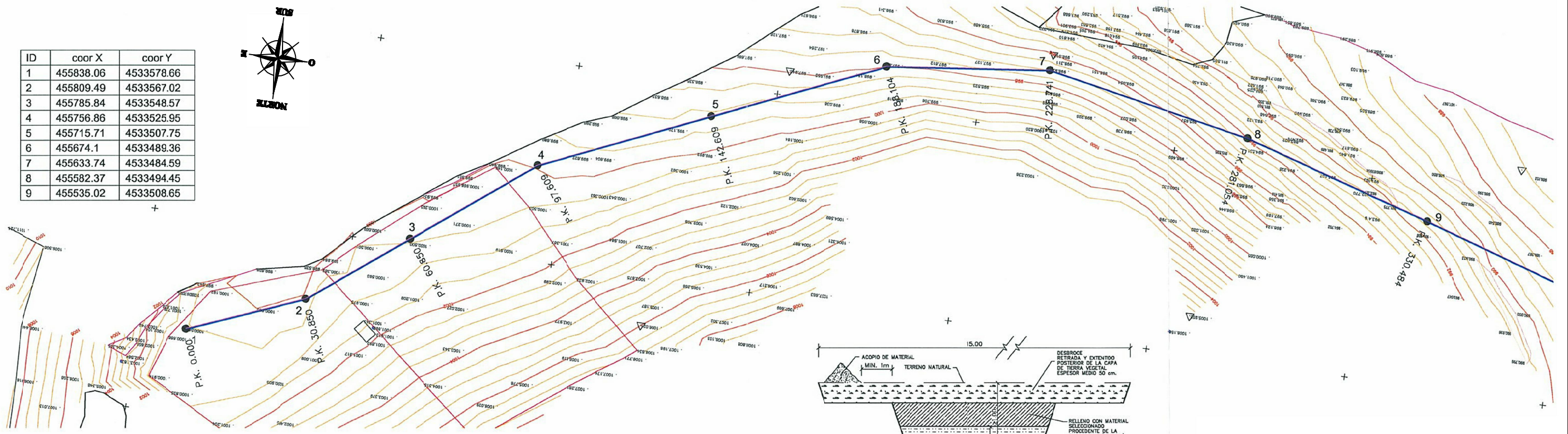
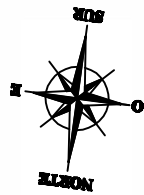
DESIGNACIÓN :
IMPLANTACIÓN
RED DE ALUMBRADO Y FUERZA

PLANO Nº :
2.5
FICHERO/ESCALA PLOT :
0812-R-30, 1=1



P.K.		0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		</
------	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

ID	coord X	coord Y
1	455838.06	4533578.66
2	455809.49	4533567.02
3	455785.84	4533548.57
4	455756.86	4533525.95
5	455715.71	4533507.75
6	455674.1	4533489.36
7	455633.74	4533484.59
8	455582.37	4533494.45
9	455535.02	4533508.65



SECCION 1
SECCION TIPO DE ZANJA EN
EXCAVACIONES MENORES DE 4 METROS

I.T.I. MECÁNICA
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

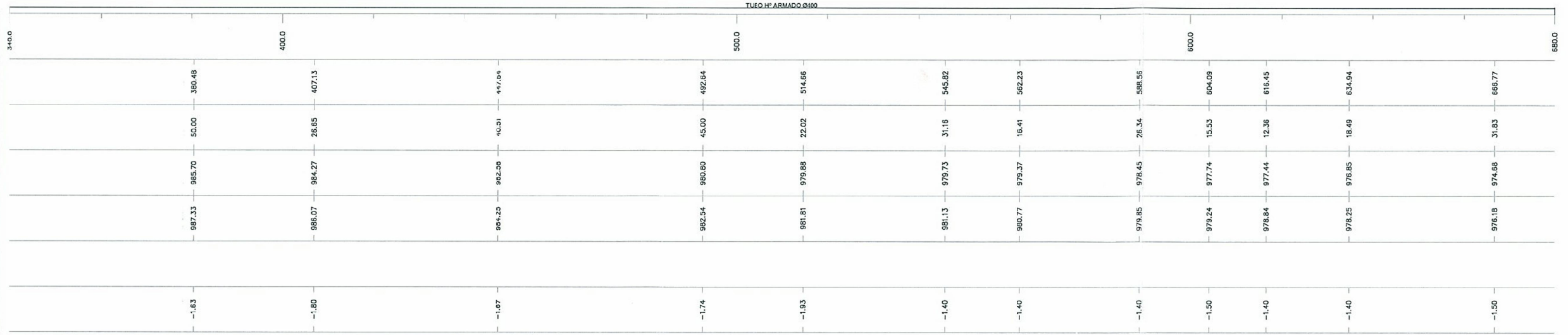
TÍTULO :
DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

INSTALACION DE DISEÑO:
COLECTOR Y EDAR DE ROBLADILLO DE LA JARA

ESCALA :
H= 1:500 V= 1:250
EN EL ORIGINAL FORMATO A1
FECHA :
DICIEMBRE 2009

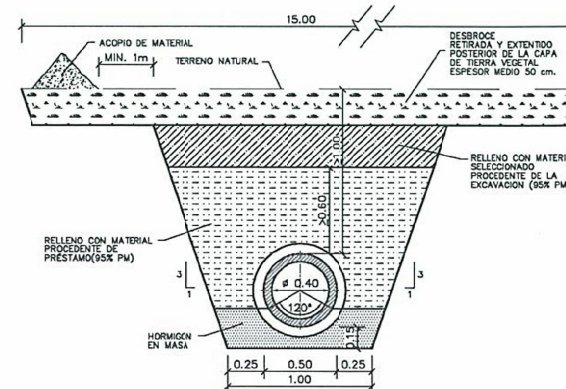
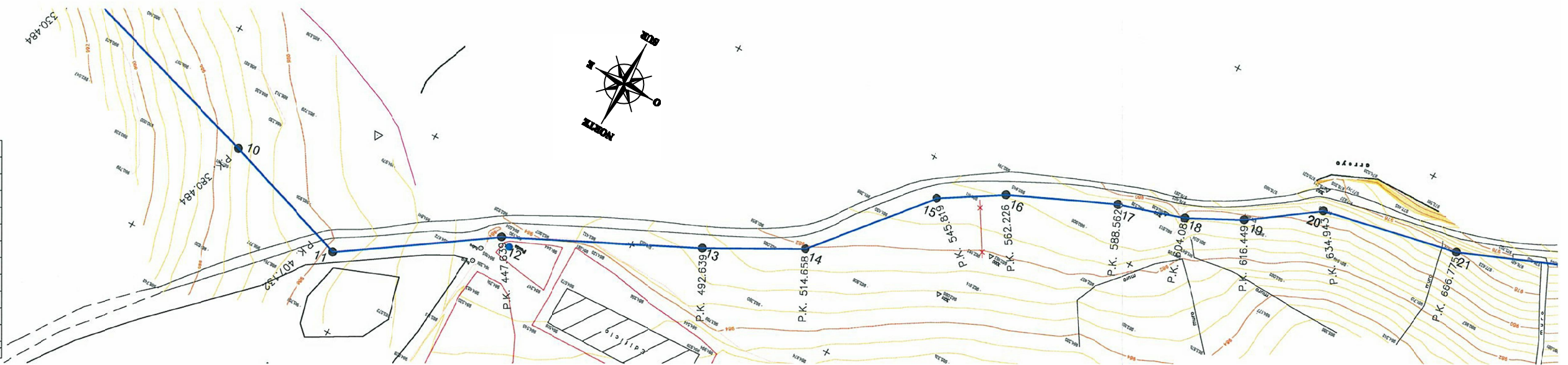
DESIGNACIÓN :
COLECTOR
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL (1 DE 3)

PLANO Nº :
3.1
FICHERO/ESCALA PLOT :
0812-R-10, 1=1



P.K.	
DISTANCIAS AL ORIGEN	
DISTANCIAS PARCIALES	
COTAS DE PROYECTO	
COTAS DE TERRENO	
COTAS ROJAS	TERRAPLEN
	DESMONTE

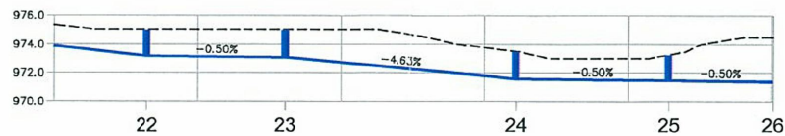
ID	coord X	coord Y
10	455487.29	4533523.55
11	455461.85	4533531.49
12	455427.99	4533509.27
13	455387.63	4533489.35
14	455367.89	4533479.61
15	455348.14	4533455.51
16	455334.48	4533446.41
17	455310.22	4533436.16
18	455295.35	4533431.69
19	455284.38	4533426
20	455269.59	4533414.89
21	455238.3	4533409.05



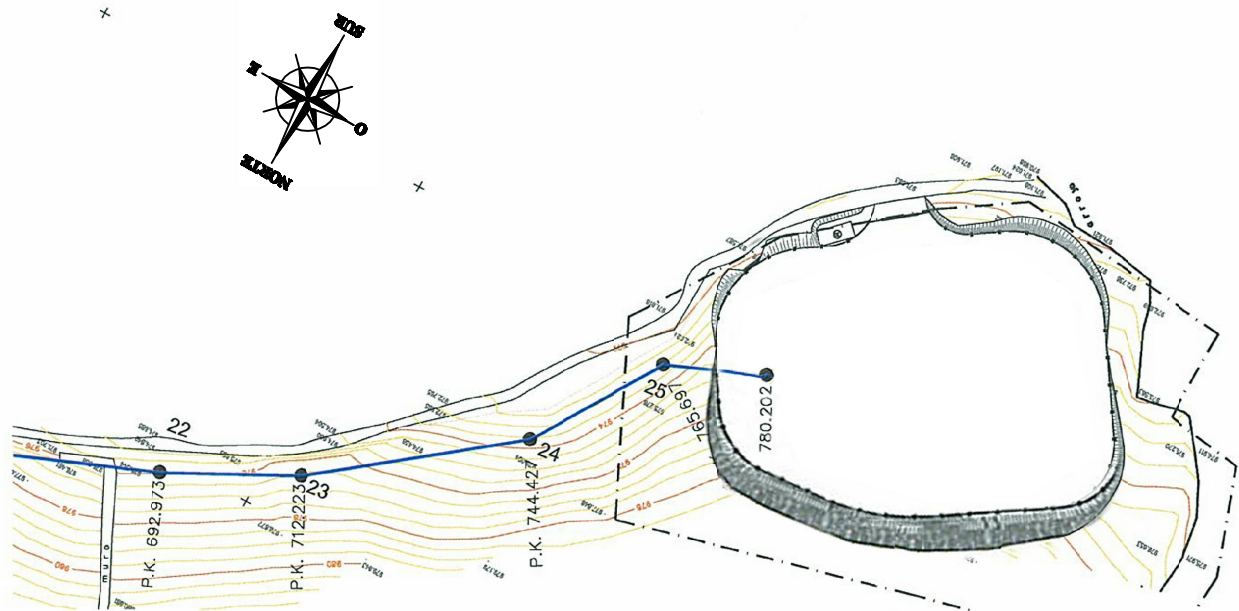
NOTA:
LAS INFRAESTRUCTURAS LINEALES SE SITUARÁN A 3 m. DE LA
VÍA "C/CLADA DE LA UMBRÍA DE LA MATA AL MOLINO DEL VILLAR".

ESCALA: H:1/500
V:1/250

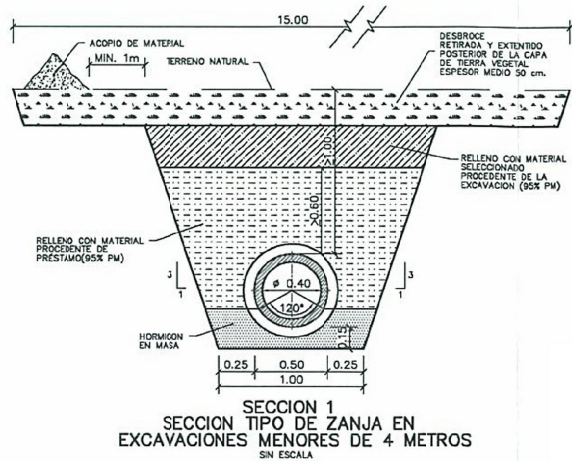
SECCION 1
SECCION TIPO DE ZANJA EN
EXCAVACIONES MENORES DE 4 METROS



P.K.		680.0	700.0			760.2
DISTANCIAS AL ORIGEN			692.97	712.22	744.43	765.70
DISTANCIAS PARCIALES			25.20	19.25	32.20	21.27
COTAS DE PROYECTO			973.21	973.11	971.62	971.52
COTAS DE TERRENO			975.00	975.00	973.53	973.28
COTAS ROJAS	TERRAPLEN					
	DESMONTE		-1.79	-1.89	-1.90	-1.77

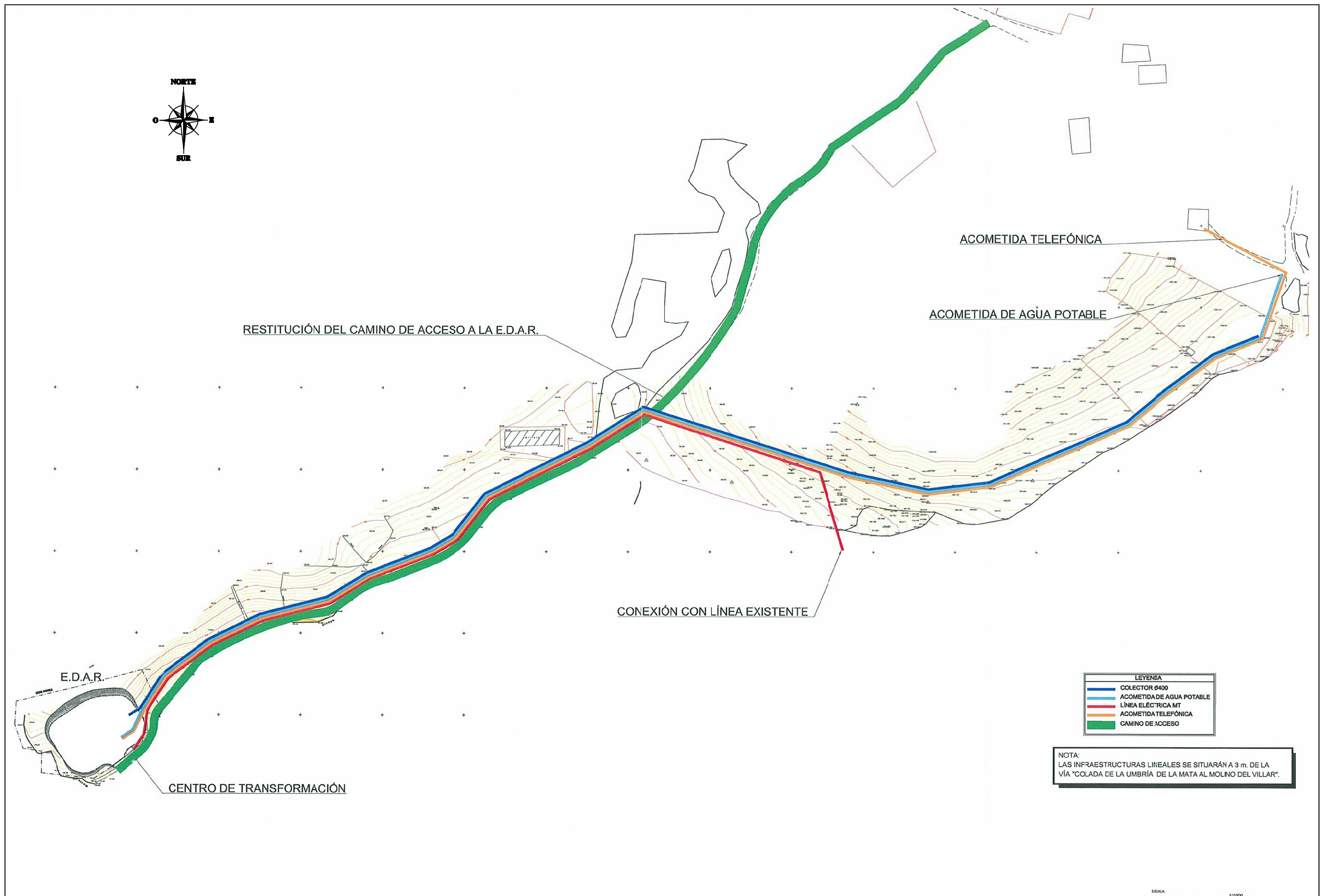


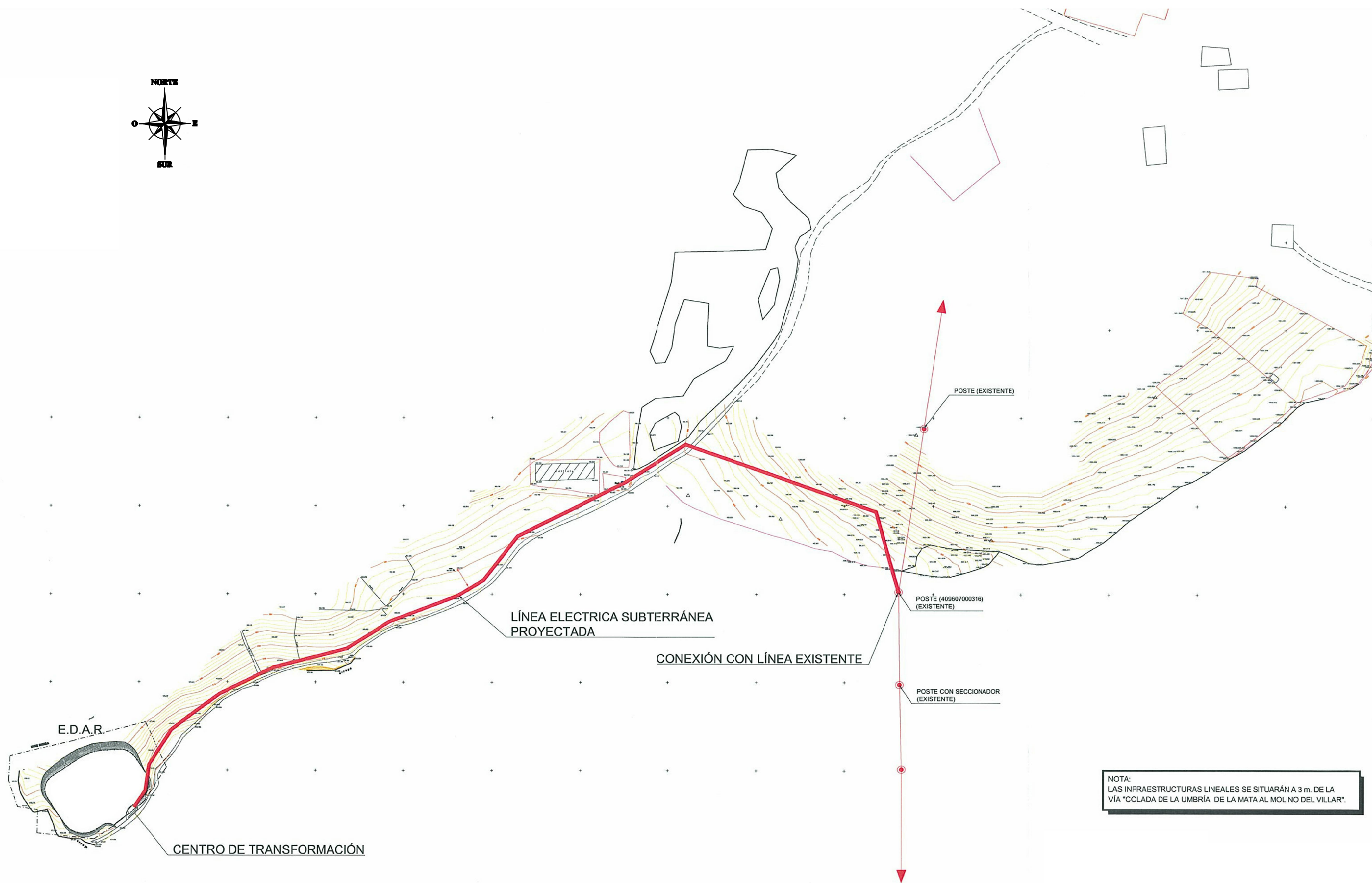
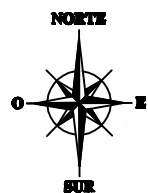
ID	coord X	coord Y
22	455214.03	4533399.19
23	455196.95	4533390.3
24	455169.57	4533373.35
25	455158.37	4533355.27
26	455146.2	4533347.38



NOTA:
LAS INFRAESTRUCTURAS LINEALES SE SITUARÁN A 3 m. DE LA
VÍA "COLADA DE LA UMBRÍA DE LA MATA AL MOLINO DEL VILLAR".

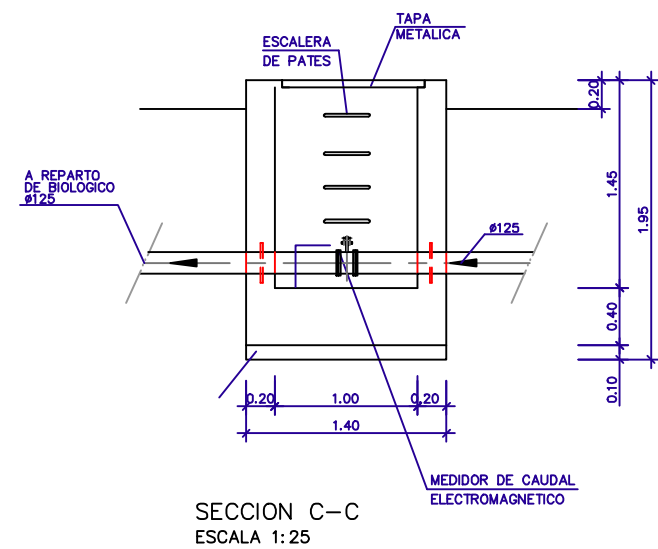
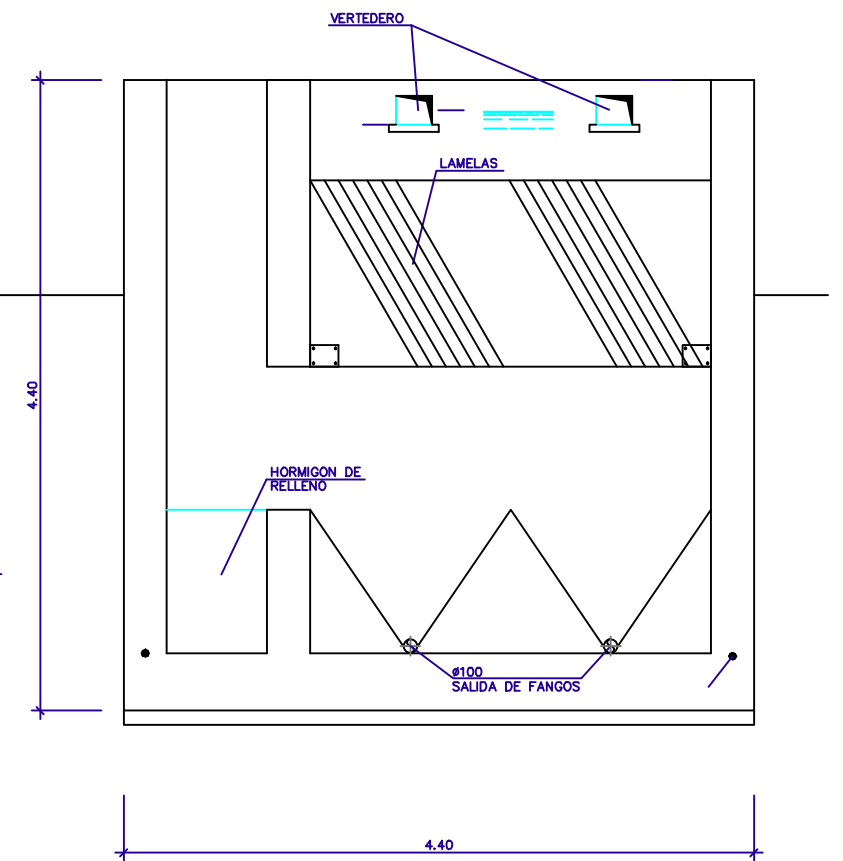
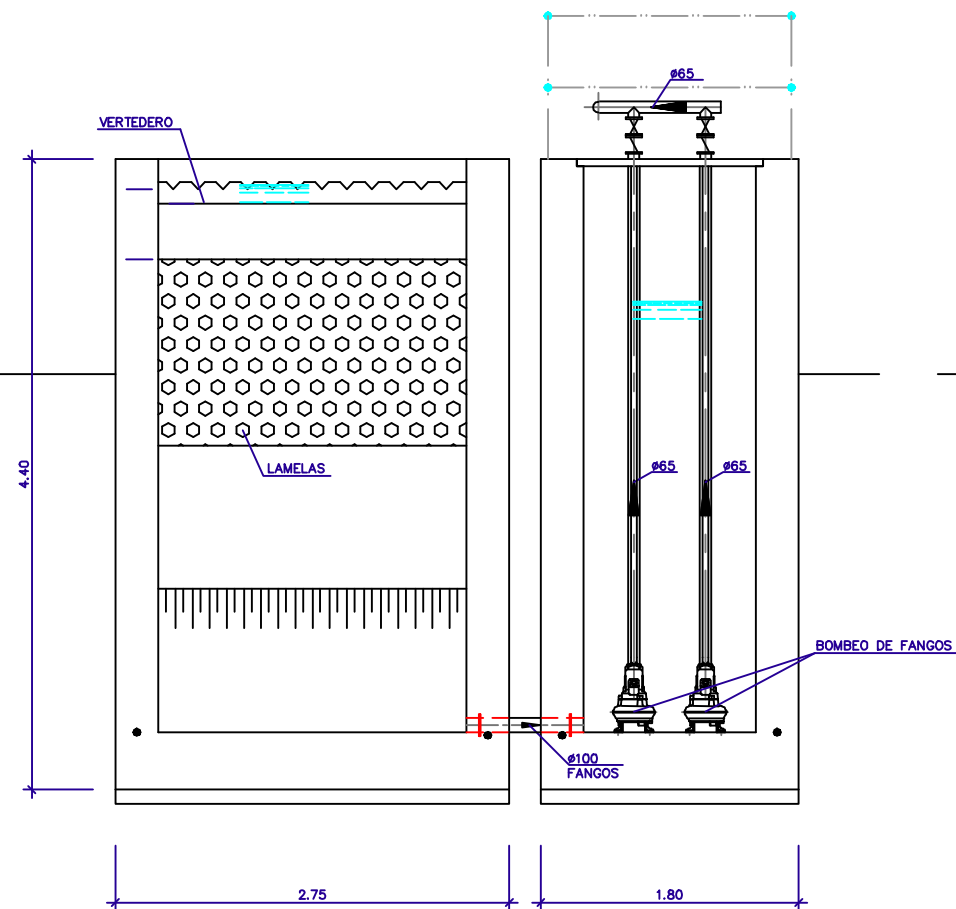
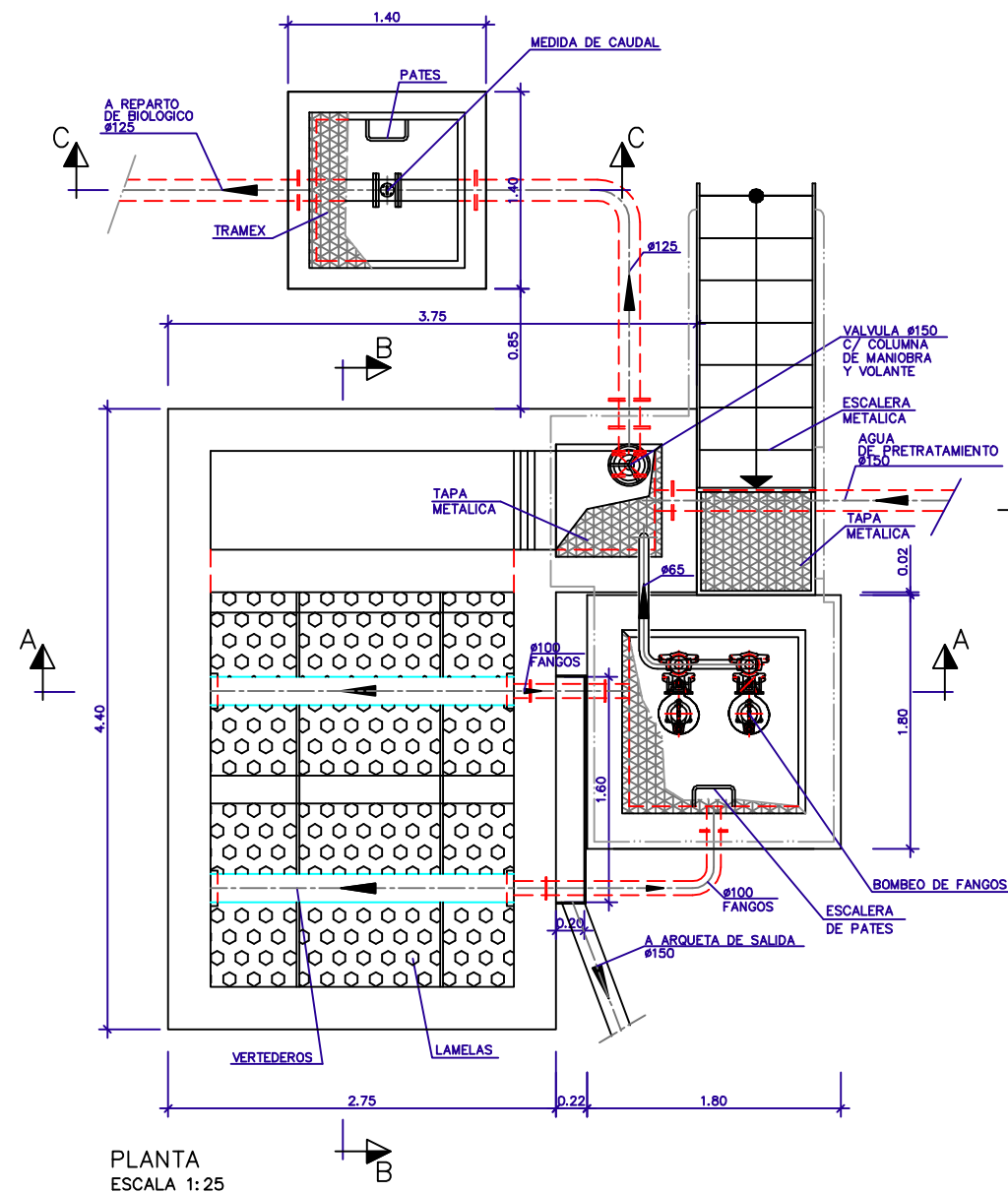
ESCALA: H: 1/500 V: 1/250

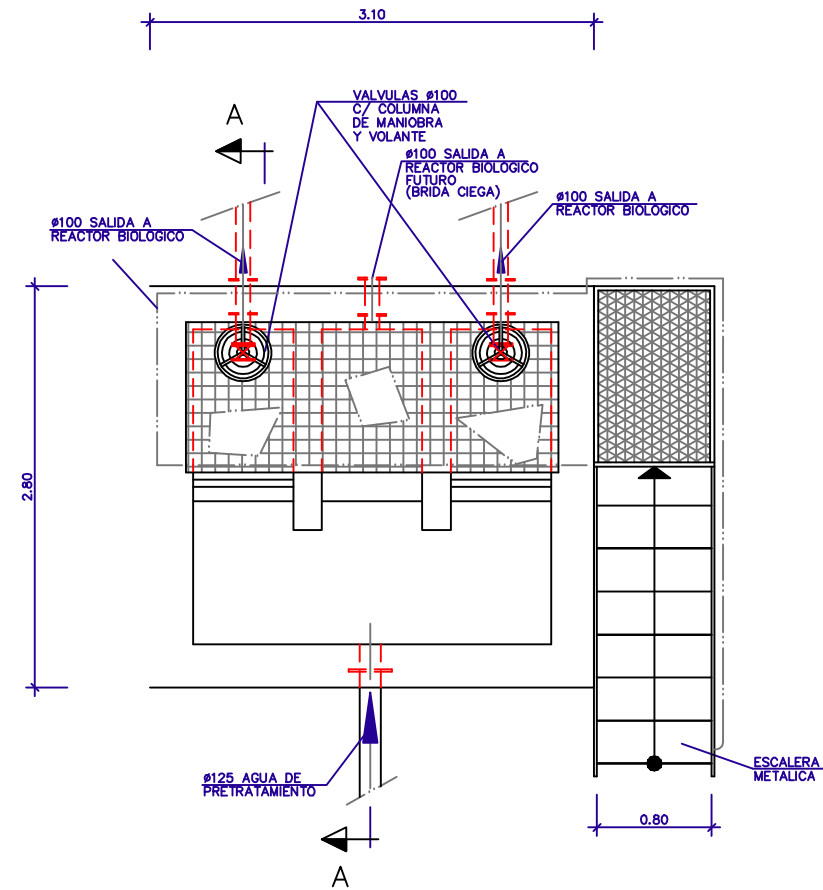




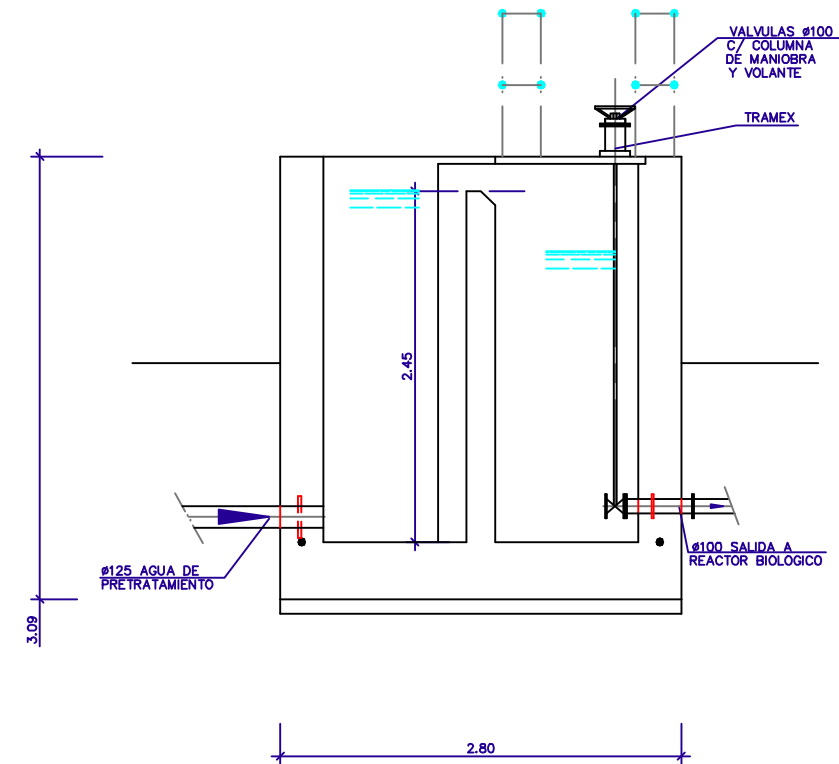
NOTA:
LAS INFRAESTRUCTURAS LINEALES SE SITUARÁN A 3 m. DE LA
VÍA "CCLADA DE LA UMBRÍA DE LA MATA AL MOLINO DEL VILLAR".

<p>I.T.I. MECÁNICA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID</p>	<p>TÍTULO : DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES</p>	<p>INSTALACION DE DISEÑO: COLECTOR Y EDAR DE ROBEDILLO DE LA JARA</p>	<p>ESCALA : 1:1000 EN EL ORIGINAL FORMATO A1 FECHA : DICIEMBRE 2009</p>	<p>DESIGNACIÓN : CONEXIONES EXTERIORES – LÍNEA ELÉCTRICA PLANTA</p>	<p>PLANO Nº : 4.2 FICHERO/ESCALA PLOT : 0812-R-20, 1=1</p>
---	---	---	---	---	--

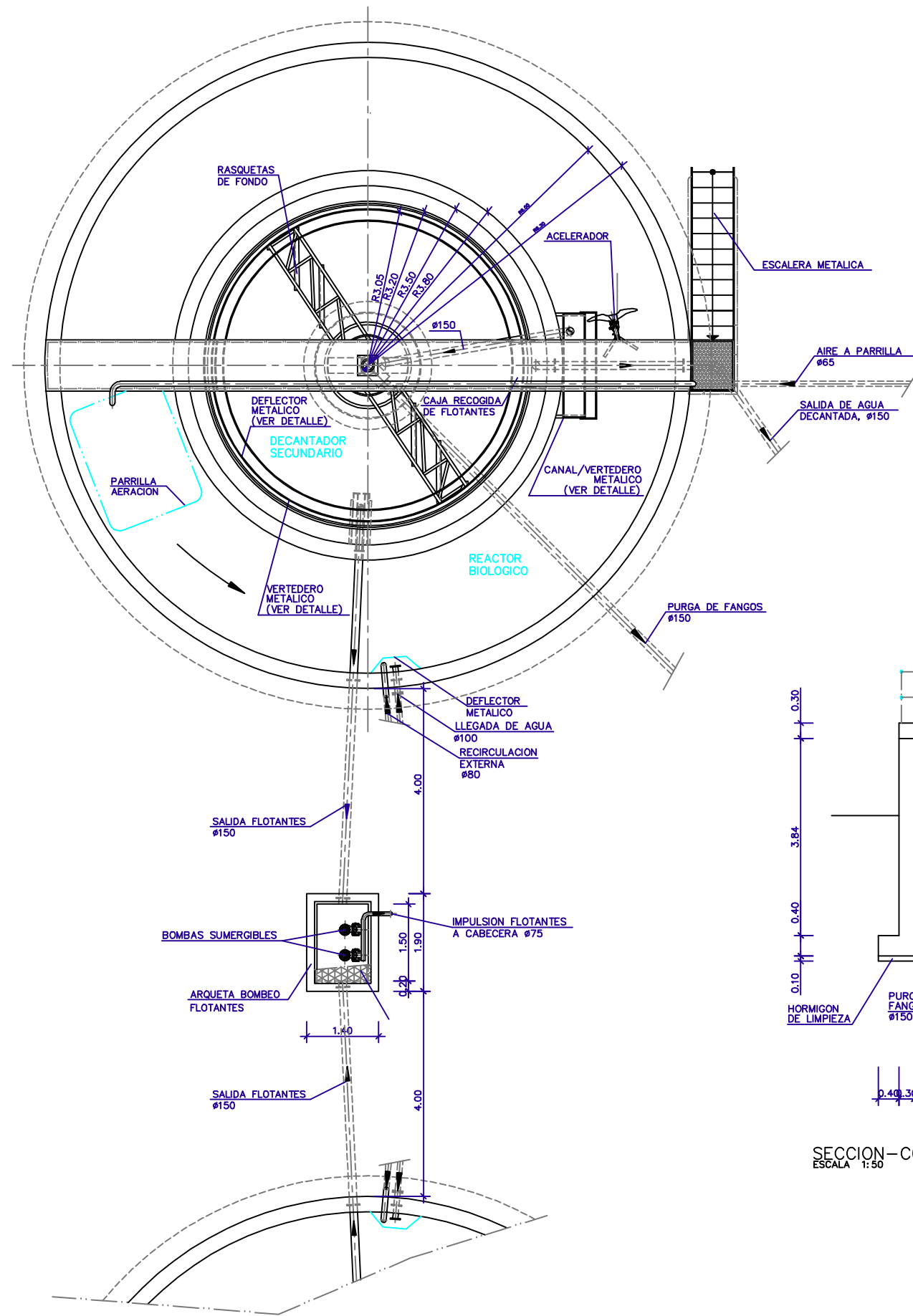




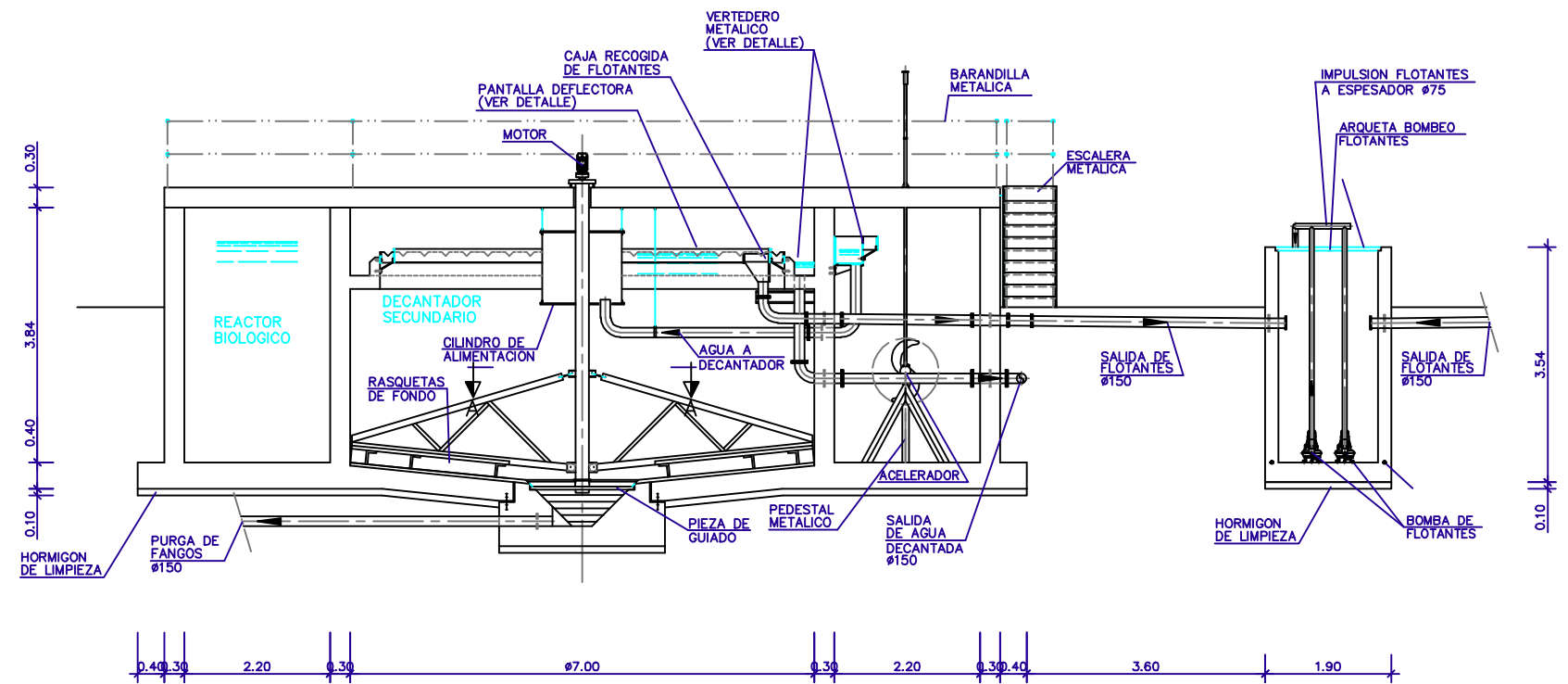
PLANTA
ESCALA 1:25



SECCION A—A
ESCALA 1:25

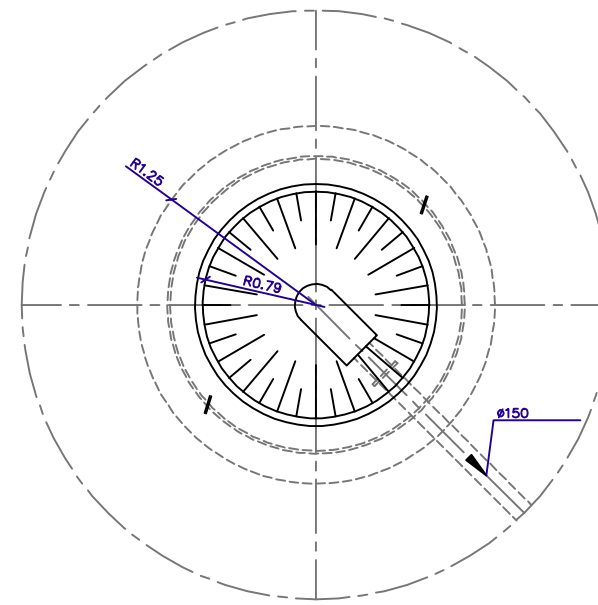
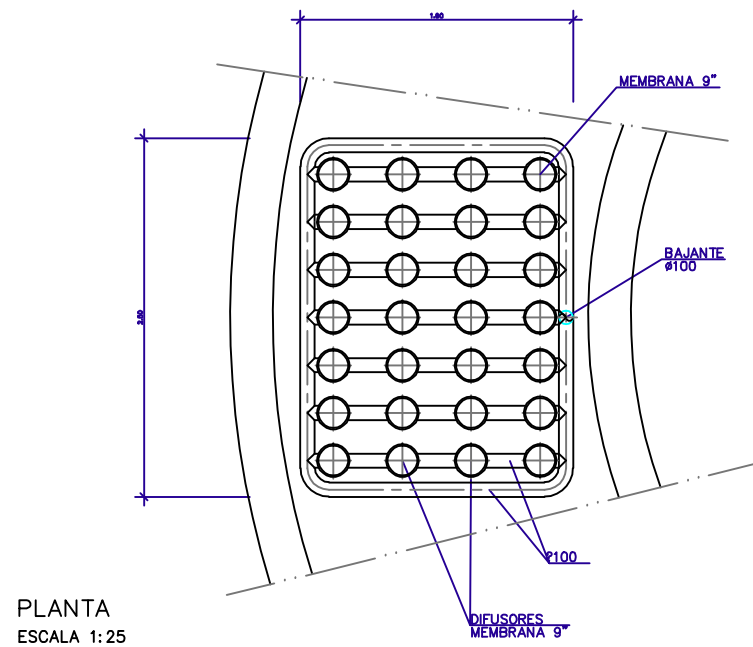
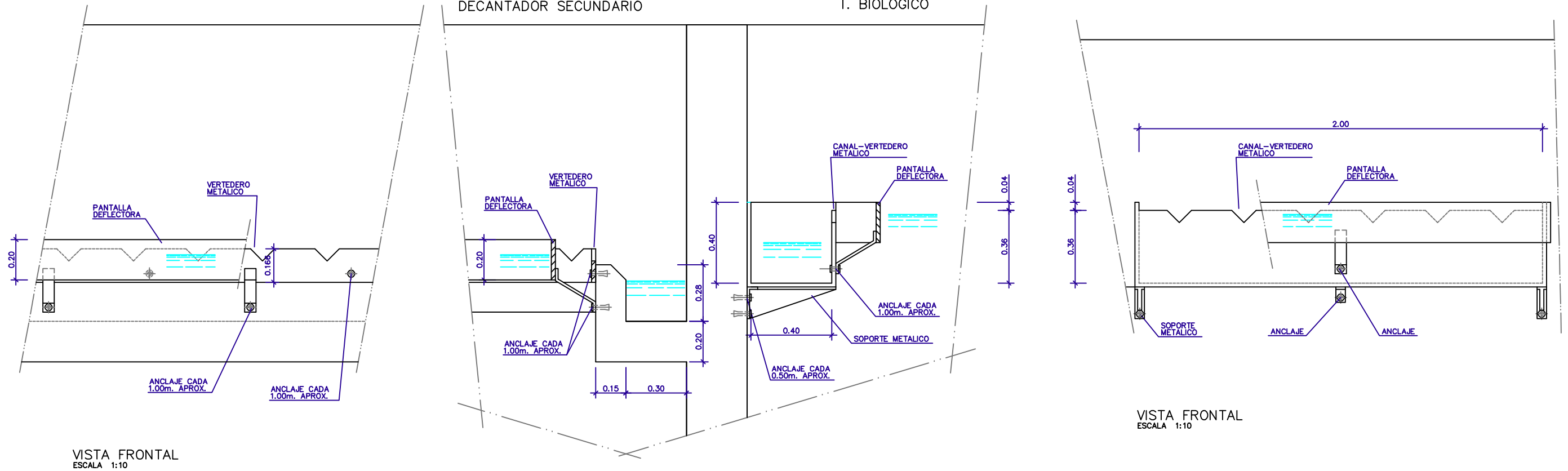


PLANTA
ESCALA 1:50

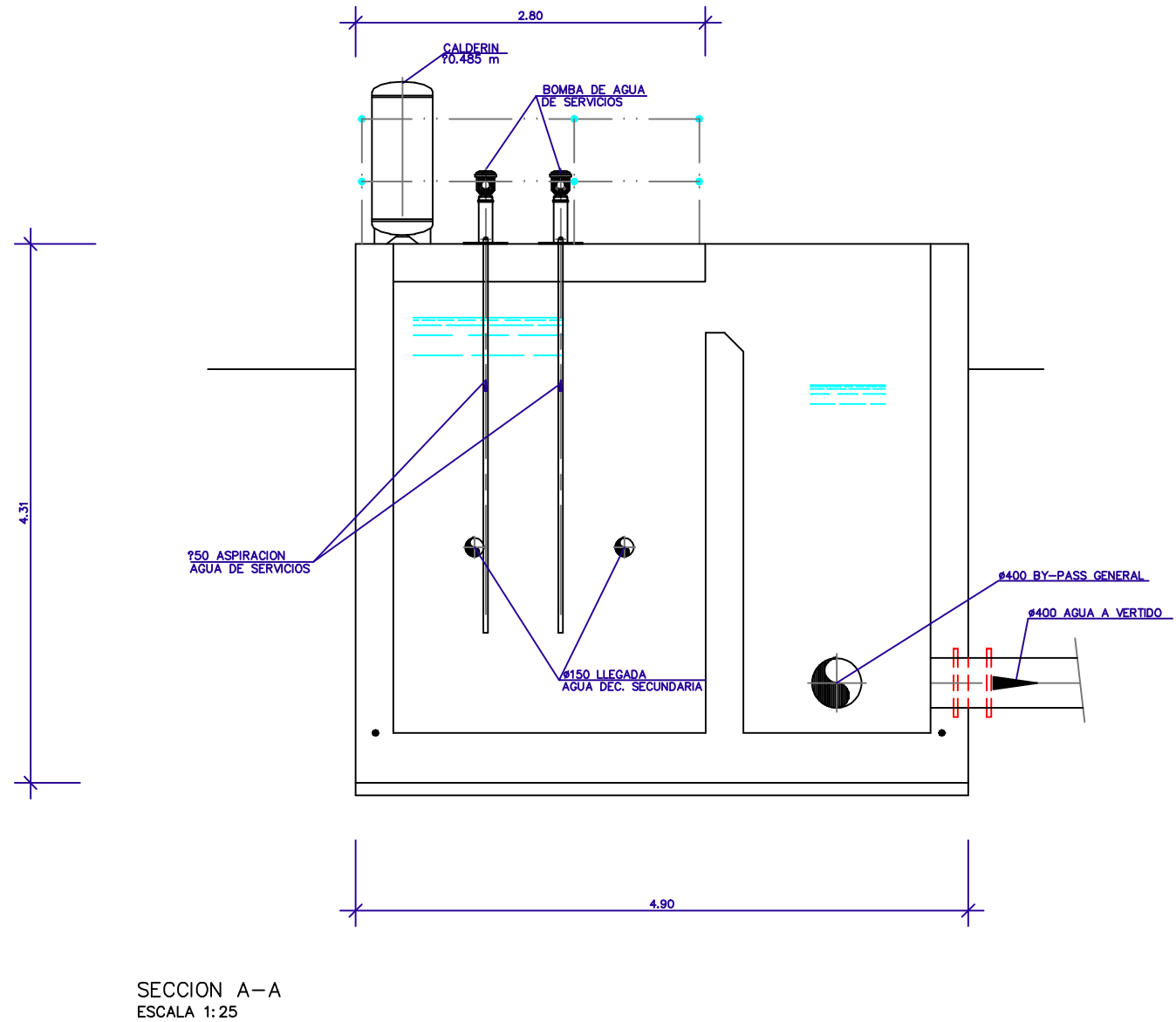
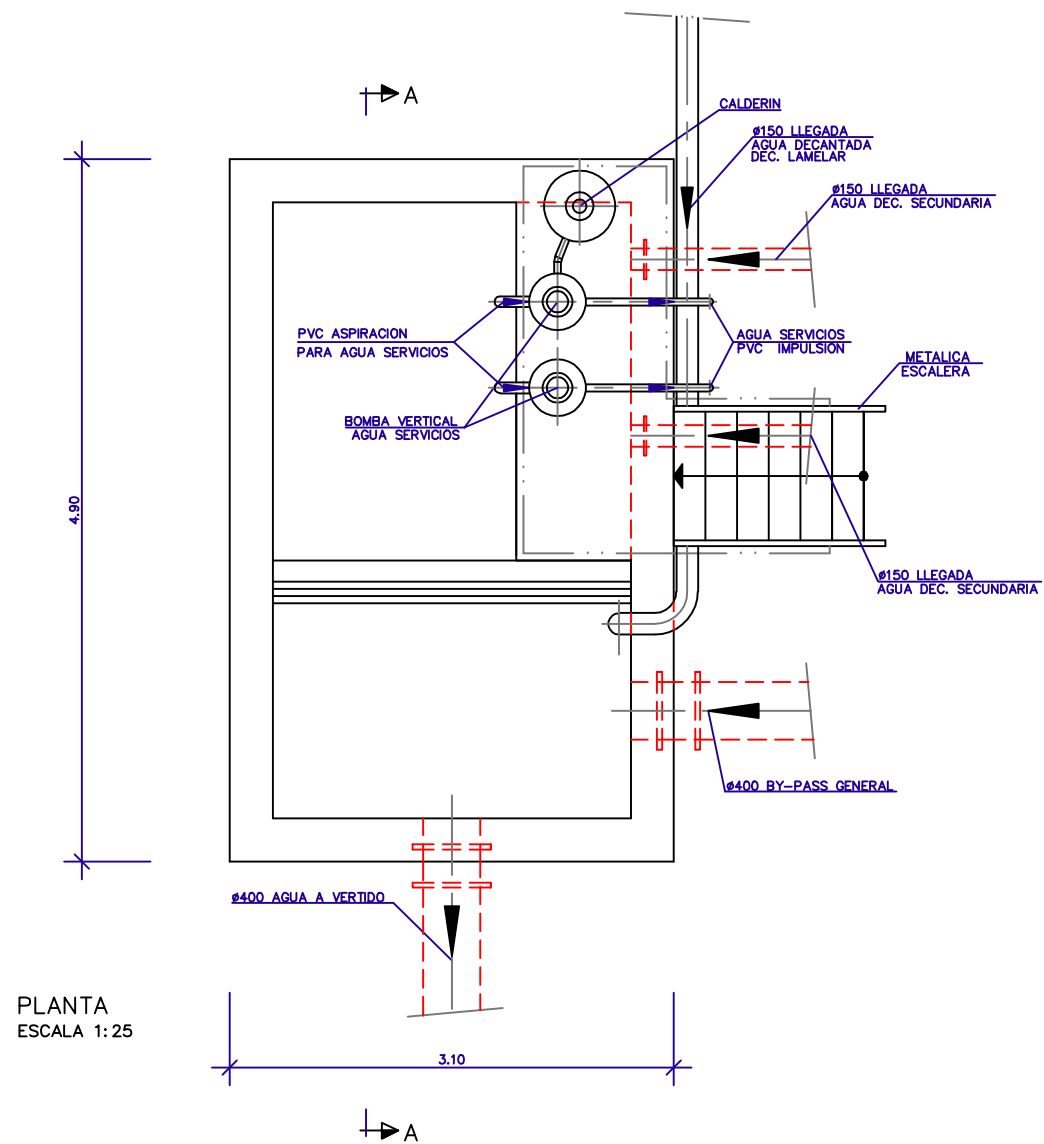


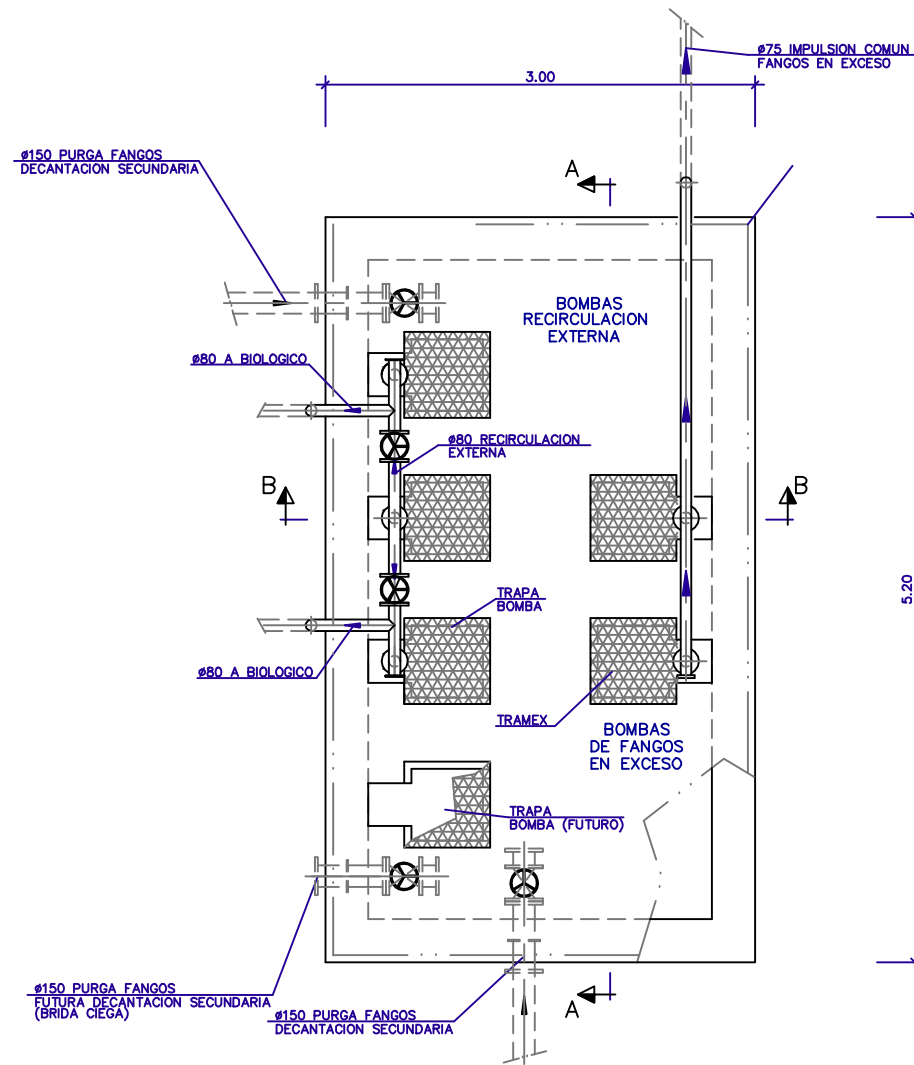
SECCION-CONVENCIONAL
ESCALA 1:50

DETALLE DE PANTALLAS Y VERTEDEROS
DECANTADOR SECUNDARIO T. BIOLOGICO

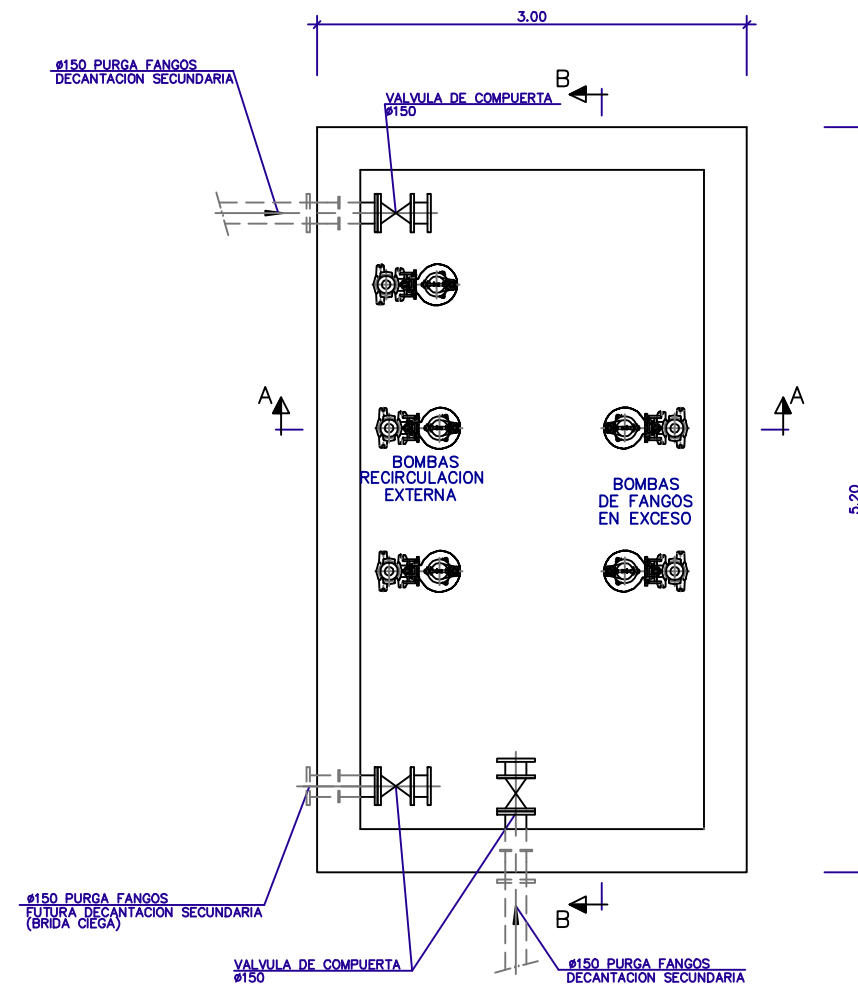


CUADRO DE DEFINICION PARRILLA	
TIPO DE DIFUSOR :	MEMBRANA DE 9"
Nº DE PARRILLAS POR LINEA =	1 UDS.
Nº DE FILAS POR PARRILLA =	7 UDS.
Nº DE DIFUSORES POR FILA =	4 UDS.
Nº DE DIFUSORES POR PARRILLA =	28 UDS.
Nº DE DIFUSORES TOTALES =	28 UDS.

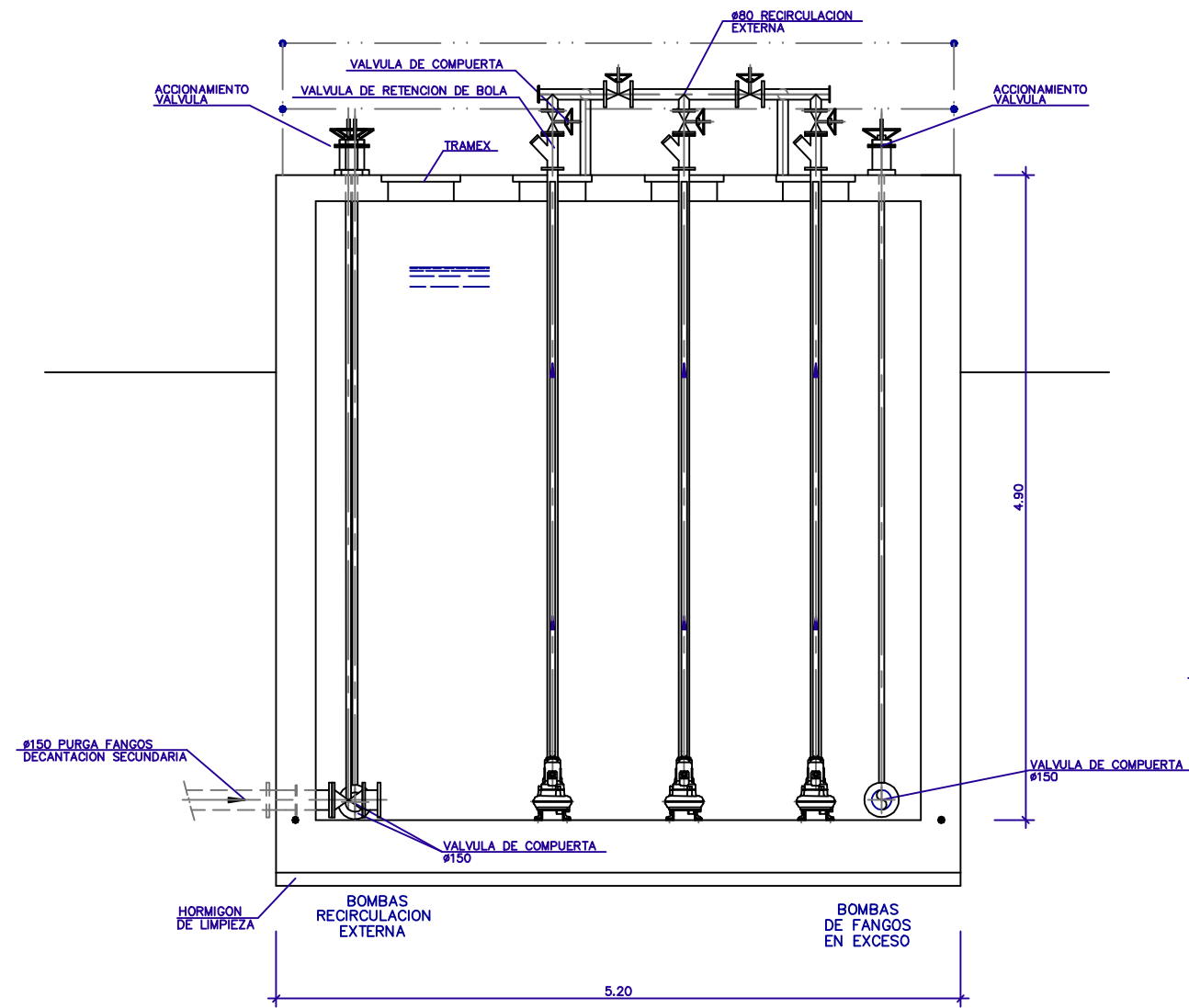




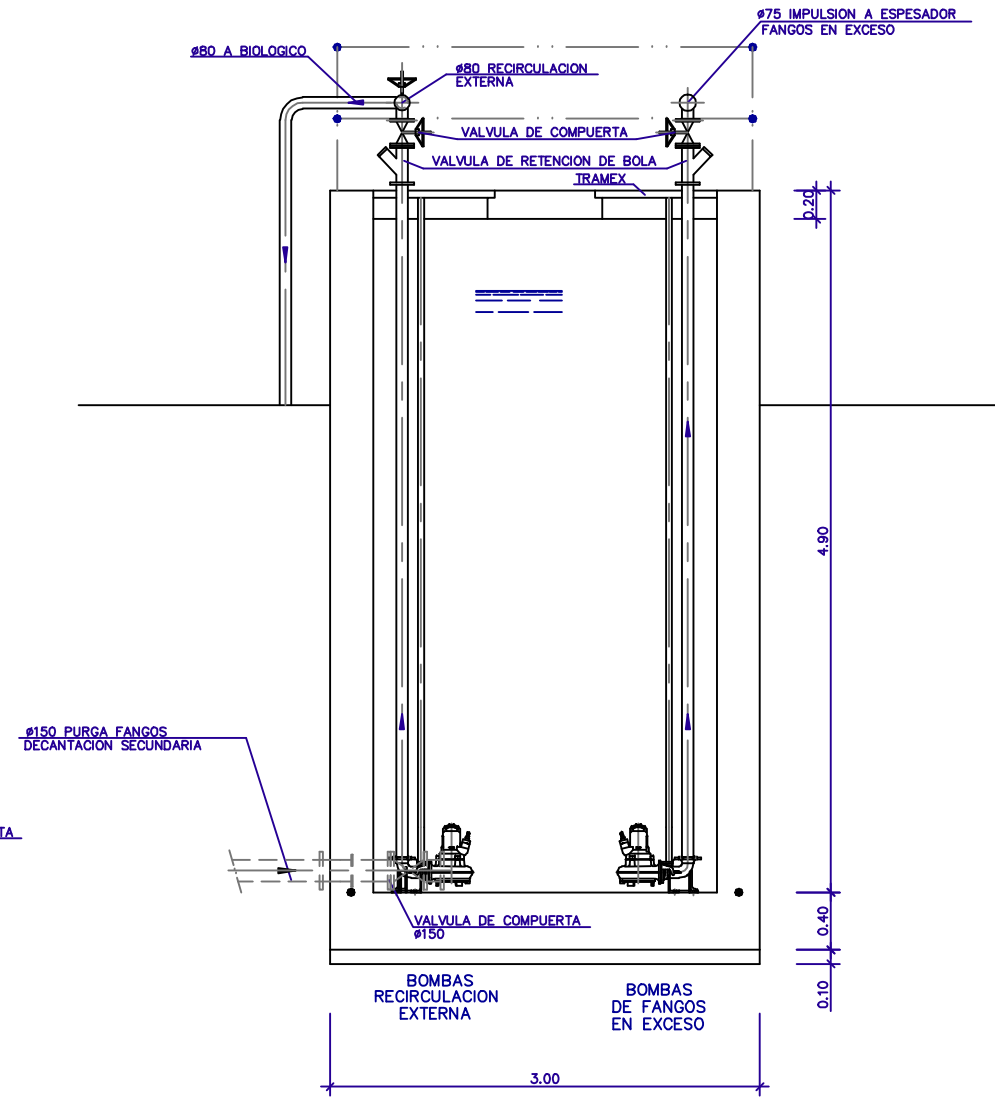
PLANTA
ESCALA 1:25



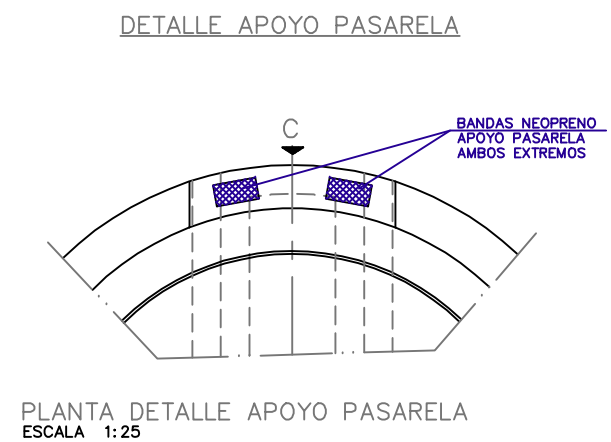
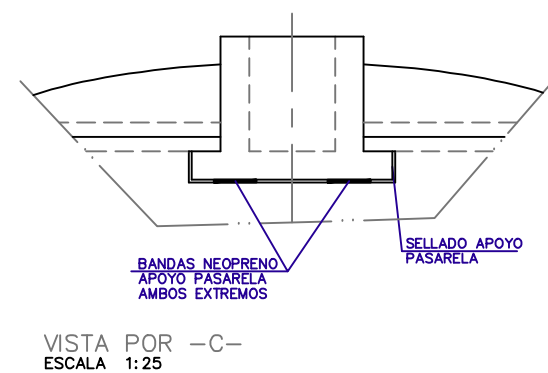
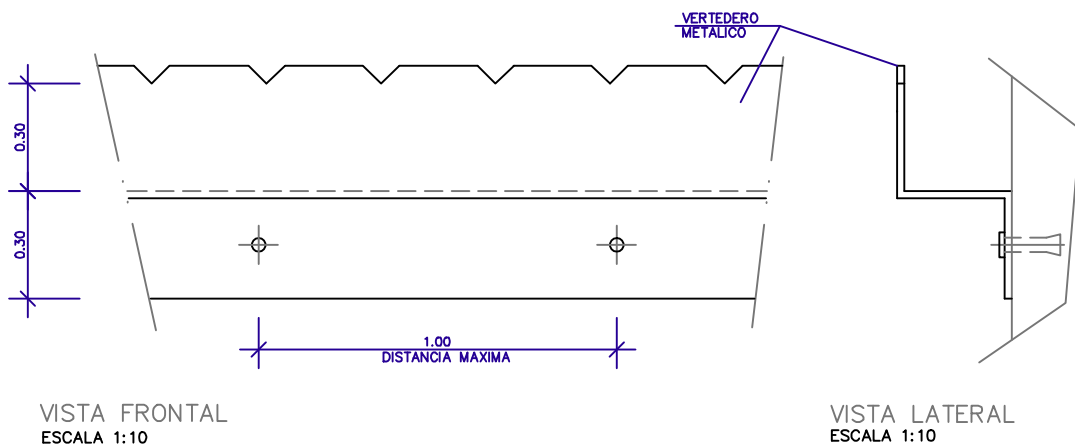
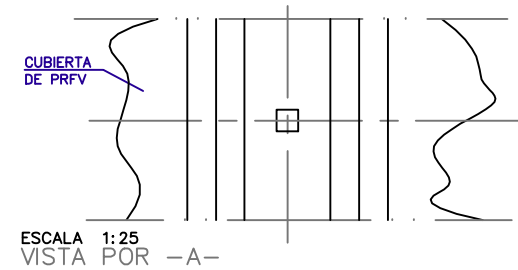
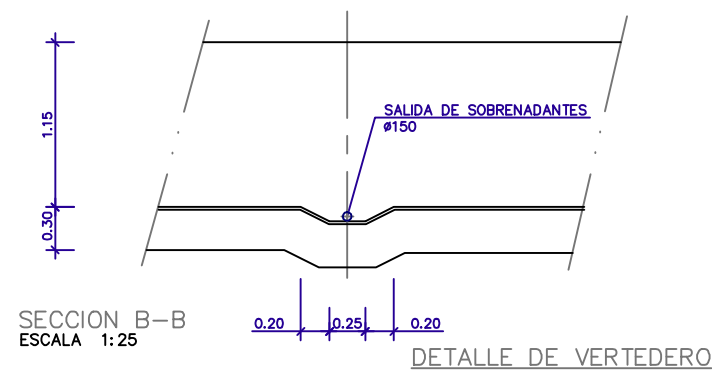
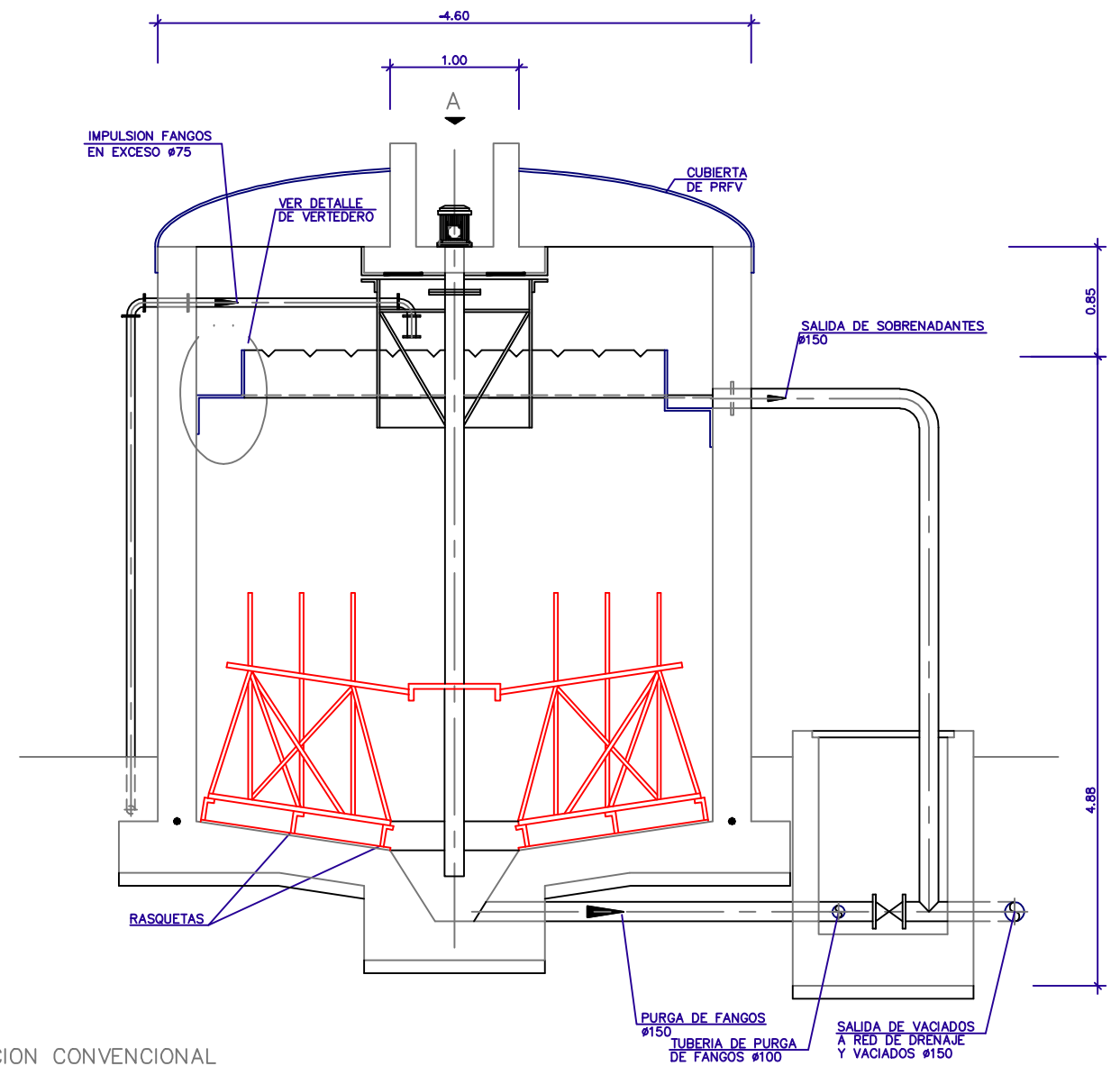
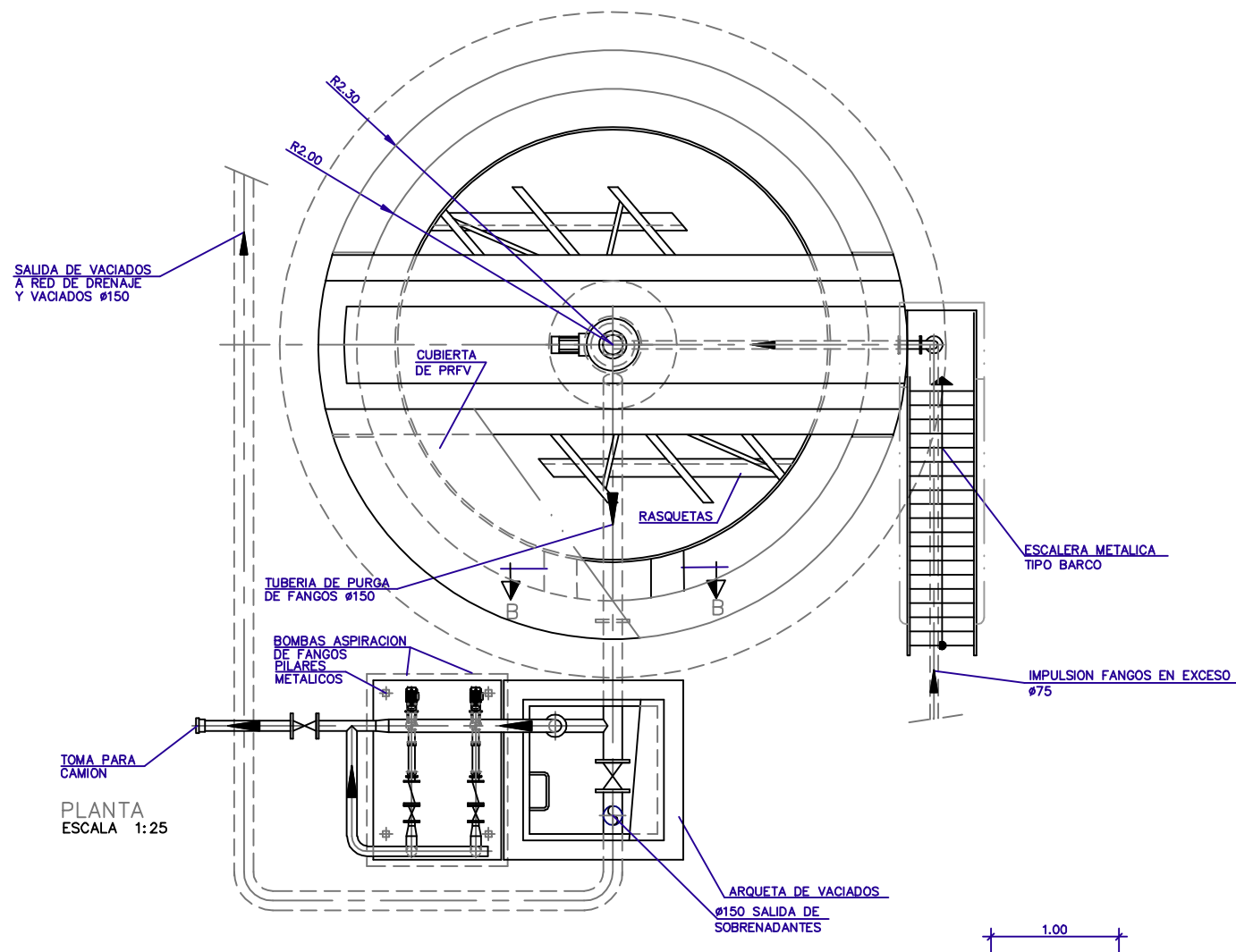
PLANTA-SECCION
ESCALA 1:25



SECCION A-A
ESCALA 1:50



SECCION B-B
ESCALA 1:50



I.T.I. MECÁNICA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	TÍTULO : DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES	INSTALACION DE DISEÑO: COLECTOR Y EDAR DE ROBLADILLO DE LA JARA	ESCALA : 1:25 EN EL ORIGINAL FORMATO A1 FECHA : DICIEMBRE 2009	DESIGNACIÓN : ESPESADOR DE FANGOS PLANTA, SECCIONES Y DETALLES	PLANO Nº : 9.1 ESCALA PLOT : 40=1
---	---	--	--	--	--

PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	NORMAS Y DISPOSICIONES APLICABLES.....	3
3.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS.....	4

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se define las especificaciones que han de regir durante la ejecución y la explotación de las instalaciones definidas en el presente proyecto.

Dado que este proyecto se centra en el diseño mecánico de la E.D.A.R las preinscripciones que se detallan en este documento se refieren a los equipos de depuración.

2. NORMAS Y DISPOSICIONES APLICABLES.

En cuanto a la Normativa, para la redacción del Proyecto y ejecución de las instalaciones, regirán los siguientes Pliegos, Normas y Reglamentos.

- Real Decreto legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto Ley de 9 de Marzo de 1.989, sobre coloración de aguas.
- Ley 6/2.001, del 8 de mayo de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1.996, de 28 de Junio, de evaluación de impacto ambiental.
- Ley 9/2001 del Suelo de la Comunidad de Madrid .
- Ley 17/1984 reguladora del abastecimiento y saneamiento de agua en la Comunidad de Madrid
- Orden de 12 de febrero de 2001, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2.000, sobre el contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.
- Orden 2106/1994 por la que se establecen las normas técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua.
- Instrucciones del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (Normas UNE) según Orden 11.7.83 (BOE 22-7-83).
- Recomendaciones y normas de la Organización Internacional de Normalización (I.S.O.).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua. Aprobado por Orden Ministerial de 28 de Julio de 1.974.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones. Aprobado por Orden Ministerial de 15 de Septiembre de 1.986.
- Normas para el Abastecimiento de Agua. Canal de Isabel II. Revisión 2004.
- Normas para Redes de Saneamiento. Canal de Isabel II. Versión 2006.
- Normas para Redes de Reutilización. Canal de Isabel II. Versión 2007.
- Normas Básicas de la Edificación (NBE), aplicables.
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), aplicables.
- Normas de Ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo (NLT)
- Normas para el bombeo del Hydraulic Institute (H.I.S).
- NBIG- Normas básicas de instalaciones de gas.
- NIA. Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua.
- Reglamento de Instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria.
- Reglamento de recipientes a presión.
- Normas de pinturas del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Esteban Terradas (INTA).

Si alguna de las Prescripciones o Normas a la que se refieren los párrafos anteriores coincidieran de modo distinto en algún concepto, se entenderá como válida la más restrictiva.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS

EDAR DE ROLEDILLO DE LA JARA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MECÁNICAS

ÍNDICE

ESPECIFICACIÓN	EQUIPO	SERVICIO
ACABEQUP	Acabado de equipos	Varios
AG15	Agitador sumergible	Aceleración de corriente tratamiento biológico.
BCHAB	Bomba centrífuga horizontal	Bombeo de agua bruta
BFESP	Bomba de tornillo helicoidal excéntrico	Bombeo de fangos a camión
BOMDOS3	Bomba dosificadora de reactivo	Dosificación cloruro férrico eliminación de fósforo
BSFL	Bomba sumergible	Impulsión flotantes secundarios
BSREX	Bomba sumergible	Bombeo de recirculación externa
BSVACTT	Bomba sumergible	Bombeo vaciado tanque de tormentas. Bombeo de fangos en exceso
BVAR	Bomba de arenas	Desarenado-desengrase
C	Compuerta con accionamiento manual	Varios
CARRDES	Carretes de desmontaje	Varios
CARRFER	Carril ferroviario	Protección zonas trasiego contenedores
CLAR	Extractor-clasificador de arenas	Eliminación de arenas de desbaste
CM	Compuerta con accionamiento motorizado	Varios
COMPR	Compresor de aire	Aire de servicios
CONTADOR	Contador de agua	Red de agua potable
CONTEN	Contenedor de residuos	Almacenamiento de residuos
CONTNIV	Controlador de nivel tipo flotador	Varios
CUCHA50	Cuchara bivalva	Pozo de gruesos
DEC2	Decantador de rasquetas	Decantación secundaria
DEFLEC	Deflector	Varios
DEP1000	Depósito almacenamiento de reactivos	Almacenamiento cloruro férrico
DES	Concentrador de grasas	Eliminación de grasas en el desbaste
DESODOR	Unidad de desodorización por carbón activo	Desodorización
DIFBUR	Difusor burbuja gruesa	Aporte de aire en desarenado-desengrase
DUCHOJOS	Ducha de seguridad lavaojos	Ducha de seguridad
EQDBO5	Equipo determinación DBO ₅	Laboratorio
EQFILTR	Conjunto de equipos para filtración de muestras	Laboratorio
ESP	Espesador de fangos	Espesamiento de fangos
GRPRE	Grupo de presión	Elevación agua de servicios

ESPECIFICACIÓN	EQUIPO	SERVICIO
INDDIG	Indicador digital	Varios
LAMELAS	Conjunto de lamelas	Tanque de tormentas
LINAIRCO	Elementos de línea de aire comprimido	Red de aire
MAN	Manómetros de muelle	Varios
MEDCAGAS	Medida de caudal de aire	Tratamiento biológico
MEDELECVAR	Medidor electromagnético de caudal	Varios
MEDO2	Medida de oxígeno disuelto	Reactor biológico
MEDO2POR	Medidor de oxígeno disuelto	Laboratorio
MEDPH	Medida de Ph	Obra de llegada
MEDPHPOR	Medidor de Ph portátil	Laboratorio
MEDREDOX	Medida de potencial redox	Tratamiento biológico
MEDUSNIV	Medidor ultrasónico de nivel	Varios
PASMLL	Pasamuros tipo liso-arandela-liso	Varios
PBIO	Parrilla de difusores	Parrilla de difusores biológico
PD	Puente desarenador-desengrasador	Desarenado-Desengrase
PG1	Puente grúa	Pozo de gruesos
POL2000	Polipasto eléctrico de 2000 kg	Sala de soplantes
RM	Reja manual de gruesos	Desbaste gruesos
SBIO	Soplante de émbolos rotativos	Tratamiento biológico
SDCL	Soplante de canal lateral	Desarenador-desengrasador
SONDT	Sonda de temperatura	Varios
TAMAUT	Tamiz de sólidos	Tamiz autónomo en alivio By-pass
TAMFIN	Tamiz de finos	Desbaste de sólidos finos
TOR	Tornillo transportador	Canales de desbaste
TRANSPRE	Transmisor inteligente de presión piezo-resistivo	Varios
TUBACCA	Tubería de acero electrosoldada	Varios
TUBFUN	Tuberías de fundición	Varios
TUBINOX	Tubería de acero inoxidable	Varios
TUBPE	Tuberías de polietileno de alta densidad	Varios
TUBPP	Tuberías de polipropileno	Varios
TUBPVC	Tuberías PVC rígido	Varios
VALCOMP	Válvulas de compuerta embridadas accionamiento manual	Varios
VALCOMPELEC	Válvulas de compuerta embridadas accionamiento eléctrico	Varios
VALMARMA	Válvulas de mariposa accionamiento manual	Varios
VALMARMO	Válvula reguladora de aire con actuador eléctrico	Varios
VALREBO	Válvula de retención a bola	Varios

ESPECIFICACIÓN	EQUIPO	SERVICIO
VARFRE	Variador de frecuencia	Varios
VENT1	Ventilador extractor helicoidal	Varios

TABLAS:

- Tabla E-1 Sistemas de pinturas especificados.
- Tabla E-2 Sistemas de pinturas comerciales.

ESPECIFICACION TÉCNICA ACABEQUP

EQUIPO : ACABADO DE EQUIPOS
SERVICIO : VARIOS

ESPECIFICACION GENERAL DE PROTECCIONES SUPERFICIALES

Las protecciones superficiales en tuberías metálicas estructuradas de acero laminado, calderería, valvulería y accesorios, soportes metálicos no especificados en concreto, se registrarán por las normas Administración, que acompañan al presente documento.

- Las protecciones mediante galvanizado en caliente, podrán ser aceptables por la Administración previa justificación.
- Protecciones especiales, tipo vitrificado, rilsanizado, ebotinado, etc., podrán ser adoptadas en aplicaciones específicas, previa aprobación de la Administración.

PROTECCIONES SUPERFICIALES PARTICULARES

Tuberías y soportes de acero inoxidable en superficie.

En los casos concretos que la Administración determine, se adoptará el siguiente recubrimiento:

- Dos capas de pintura de acabado al cloro-caucho puro, INTA 164704 A, de 30 micras de espesor cada capa.

Tuberías de plástico (PRFV, POLIETILENO, PVC)

- No llevarán ningún tipo de pintura y su color será el normal de cada fabricante.

Tuberías de fundición en superficie

- Recubrimiento interior de cemento centrifugado con alto contenido de sílico aluminatos.
- Hasta 300 mm. 3 mm.
- De 350 hasta 600 mm. 5 mm.
- De 700 hasta 1200 mm. 6 mm.

Espesor mínimo en un punto 50% de los anteriores.

- Protección según normas generales de la Administración.

Tuberías de fundición enterradas

- Recubrimiento interior de cemento centrifugado con alto contenido de sílico aluminatos.
- Hasta 300 mm. 3 mm.
- De 350 hasta 600 mm. 5 mm.
- De 700 hasta 1200 mm. 6 mm.
- De 1400 mm. y mayores 9 mm.

Espesor mínimo en un punto 50% de los anteriores.

- Recubrimiento exterior con una capa de barniz exento de Fenoles.
- Protección: según normas generales.

Tuberías de cobre

- Cromado duro en todos los casos.

Pasamuros

Los pasamuros estarán contruidos en acero inoxidable AISI-304 en todos los casos, excepción hecha de aquellos que complementen a tuberías de acero inoxidable de calidad superior, como por ejemplo AISI-316 o AISI-316-L, en cuyo caso adoptarán la calidad superior citada.

Aparatos eléctricos, de control y regulación, de laboratorio, etc.,

Preferentemente, los aparatos eléctricos, de control y regulación, se suministrarán con tratamiento superficial e imprimaciones de acabado, según normalización Administración, incluido en la presente especificación.

Singularmente podrán aceptarse por la Administración otros sistemas de protección superficial propuestas por el fabricante de equipos, principalmente si tienen el grado de limpieza previo de la superficie, el número de capas de imprimación, su naturaleza y espesor, asimilable a la normalización Administración. En todo caso se exigirá un Certificado del Fabricante a los efectos de Homologación y aceptación.

Vehículos

Se suministrarán con los tratamientos y pinturas normales de los fabricantes.

Colores de acabados

Todos los colores finales serán determinados de común acuerdo entre el Contratista y la Propiedad, según la función a desempeñar por cada elemento de la instalación.

ESPECIFICACION TECNICA AG15

EQUIPO : AGITADOR SUMERGIBLE
SERVICIO : ACELERACIÓN DE CORRIENTE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Características

- Marca : ABS
- Modelo : RW 3021-A15/6-EC-D01-10-BC
- Diámetro hélice : 300 mm
- Velocidad hélice : 904 r.p.m.
- Potencia motor : 1,5 kW
- N° de palas : 2
- Velocidad motor : 1.450 rpm
- Potencia absorbida : 1,8 kW
- Tensión de servicio : 400 V/50 Hz
- Protecciones térmicas del motor : TCS con sensores térmicos en bobinado.
- Protecciones de estanqueidad : Sistema DI, con sonda en la cámara de aceite.
- Sistema de refrigeración : Sumergencia
- Peso : 48 Kg
- Incluye:

Sistema de elevación y giro con 7,5 m de tubo guía en acero galvanizado 60 x 60 y torno con cable.

Materiales

- | | |
|-----------------|---------------------------|
| - Recubrimiento | : Pintura anticorrosiva |
| - Carcasa motor | : Fundición gris GG-25 |
| - Eje del rotor | : Acero inoxidable 1,4021 |
| - Hélice | : Acero inoxidable 1,4460 |
| - Tornillería | : Acero inoxidable 1,4401 |
| - Soporte | : GGG 40 pintado |

Acabado

Según standard del fabricante

ESPECIFICACION TECNICA BCHAB

EQUIPO : BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL
SERVICIO : BOMBEO AGUA BRUTA

- Marca : TURO (EGGER)
- Modelo : T31-50 HF4 LB2
- Fluido a bombear : Agua
- Temperatura de servicio : Ambiente
- Caudal : 15 m³/h
- Altura de impulsión : 5 m.c.a.
- Ejecución : Horizontal en seco

Características

- Tipo de rodete : Vortex desplazado
- DN Asp/Imp. : 65/50 mm
- Potencia motor : 1,1 kW
- Potencia absorbida : 0,5 kW
- Velocidad motor : 1.450 r.p.m.
- Velocidad bomba : 1.450 r.p.m.
- Rendimiento hidráulico : 43 %

Materiales

- Cuerpo de bomba : Fundición gris GG-25
- Tapa cuerpo : Fundición gris GG-25
- Rodete : Fundición gris GG-20
- Eje : Ck 45

- Camisa eje : 1.4436
- Elastómeros : Perbunan
- Acoplamiento/Protección acopl. : Elástico/acero
- Bancada : acero soldado
- Estanqueidad : Empaquetadura
- Soporte/Lubricación soporte : Rodamientos/Baños de aceite

Accionamiento

- Motor : eléctrico
- Velocidad : 1.450 r.p.m.
- Potencia : 1,1 kW
- Protección : Tipo IP-55
- Aislamiento : F
- Tensión : 380 V, 50 Hz
- Acoplamiento motor-bomba : Elástico
- Forma constructiva : B-3

Pruebas

- De una unidad, las detalladas en el Pliego de Control de Calidad.

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA BFESP

EQUIPO : BOMBA DE TORNILLO HELICOIDAL EXCENTRICO
SERVICIO : BOMBEO DE FANGOS A CAMIÓN

Características

- Marca	: ALBOSA (MONO)
- Modelo	: C14KC11RMB
- Tipo	: Volumétrica
- Fluido a bombear	: Fangos espesados
- Ejecución	: Horizontal
- Caudal adoptado	: 5 m ³ /h
- Altura de impulsión	: 10 m.c.a.
- Temperatura	: Ambiente
- Velocidad bomba	: 40 - 190 r.p.m.
- Par de arranque	: 55 Nm
- Par de funcionamiento	: 41 Nm
- Paso sólidos	: 6 mm (duros), 22 mm (deformables)
- Potencia absorbida	: 0,79 kW
- Potencia motor	: 1,5 kW
- NPSH	: 1,98 m.c.a.
- Conexión aspiración / Impulsión	: DN 65 mm

Accionamiento

- Motor : Eléctrico
- Velocidad : 1.450 r.p.m.
- Potencia : 1,5 kW
- Protección : IP-55
- Forma constructiva : B5
- Aislamiento : F
- Tensión/Fases : 400 V-50 Hz/III
- Reductor
 - Tipo : de ejes paralelos
 - Acoplamiento bomba : monobloc sin bancada
 - Velocidad de salida : ± 180 r.p.m. a 50 HZ aprox.

Materiales

- Cuerpo : H°F° GG-25
- Rotor : Acero inoxidable AISI 4140/cromado duro HCP
- Stator : Caucho sintético perbunan
- Biela : Acero al carbono
- Eje accionamiento : Acero inox. AISI 431
- Sellado : Cierre mecánico en C. Silicio

Acabados

- Granallado superficial mediante granalla angulosa de fundición de coquilla G-47.
- Imprimación anticorrosiva mediante diluyente ácido de secado rápido, con un espesor de 25 micras.
- Capa fina de resina alquídica con adición de vinilo con un espesor de chapa de 50 micras.

ESPECIFICACION TECNICA BOMDOS3

EQUIPO : BOMBA DOSIFICADORA REACTIVO
SERVICIO : DOSIFICACIÓN DE CLORURO FÉRRICO

- Marca : TIMSA
- Modelo : E00.0250 PP 10 FPG
- Caudal minimo : 0 l/h
- Caudal máximo : 25 l/h
- Contrapresión máxima : 10 bar

Materiales en contacto

- Membrana : PTFE
- Cabezal y válvulas : PP
- Juntas : FPM (Viton B)
- Bolas : Vidrio

Accionamiento

- Potencia motor : 90 W
- Tensión : 220/380 V
- Frecuencia/Fases : 50 Hz/III
- Protección : IP 55
- Conexiones de aspiración / Impulsión : 20 / 22 mm

Acabado

Según standard del fabricante

ESPECIFICACION TECNICA BSFL

EQUIPO : BOMBA SUMERGIBLE
SERVICIO : IMPULSIÓN FLOTANTES SECUNDARIOS

- Marca	: ABS
- Modelo	: AS 0630-S 22/2-D01-10KFM-M
- Caudal	: 4 m ³ /h
- Altura manométrica	: 10 m.c.a.
- Rendimiento	: 14 %
- Instalación	: sumergible fija
- Tipo de impulsor	: Vortex
- Diámetro del tubo de descarga	: 65 mm
- Paso de sólidos	: 60 mm
- Potencia motor eléctrico	: 3 kW
- Potencia absorbida	: 2,2 kW
- Velocidad motor	: 1.450 r.p.m.
- Velocidad bomba	: 1.450 r.p.m.
- Tensión	: 400 V
- Frecuencia/Nº Fases	: 50 Hz/III
- Longitud del cable	: 10 m.
- Sistema de refrigeración	: Libre circulación del medio
- Estanqueidad del eje	: Doble junta mecánica Carburo de silicio / Carbono-acero al cromo

Materiales

- Carcasa del motor : Fundición Gris GG25
- Impulsor : Fundición Gris GG 25
- Voluta : Fundición Gris GG 25
- Eje del rotor : Acero inox. AISI 420
- Tornillería exterior : Acero inox. AISI 316

Incluye conexión de descarga para acoplamiento automático de las bombas con salida acodada a tubería DN50, espárragos de anclaje y soportes superiores de tubo-guía.

Acabado

Según standard del fabricante

ESPECIFICACION TECNICA BSREX

EQUIPO : BOMBA SUMERGIBLE
SERVICIO : RECIRCULACIÓN EXTERNA

- Marca : ABS
- Modelo : AS 0630-S 13/4-D01-MMD130
- Caudal : 11 m³/h
- Altura manométrica : 3 m.c.a.
- Rendimiento : 32,5 %
- Instalación : sumergible fija
- Tipo de impulsor : Vortex
- Diámetro del tubo de descarga : 65 mm
- Paso de sólidos : 60 mm
- Potencia motor eléctrico : 1,9 kW
- Potencia absorbida : 1,3 kW
- Velocidad motor : 1.450 r.p.m.
- Velocidad bomba : 1.450 r.p.m.
- Tensión : 400 V
- Frecuencia/Nº Fases : 50 Hz/III
- Longitud del cable : 10 m.
- Sistema de refrigeración : Libre circulación del medio
- Estanqueidad del eje : Doble junta mecánica Carburo-silicio

Materiales

- Carcasa del motor : Fundición Gris GG25
- Impulsor : Fundición Gris GG 25
- Voluta : Fundición Gris GG 25
- Eje del rotor : Acero inox. AISI 420
- Tornillería exterior : Acero inox. AISI 316

Incluye conexión de descarga para acoplamiento automático de las bombas con salida acodada a tubería DN50, espárragos de anclaje y soportes superiores de tubo-guía.

Acabado

Según standard del fabricante

ESPECIFICACION TECNICA BSVACTT

EQUIPO : BOMBA SUMERGIBLE
SERVICIO : BOMBEO VACIADO TANQUE DE TORMENTAS
BOMBEO DE FANGOS EN EXCESO

- Marca : ABS
- Modelo : AS 0630-S 22/4-D01-1-KFMM
- Caudal : 5 m³/h
- Altura manométrica : 7 m.c.a.
- Rendimiento : 31,2 %
- Instalación : sumergida fija
- Tipo de impulsor : Vortex
- Diámetro de salida : 65 mm
- Paso de sólidos : 60 mm
- Velocidad bomba : 1.450 r.p.m.
- Peso : 42 kg
- Longitud del cable : 10 m.

Motor

- Potencia motor eléctrico : 3 kW
- Potencia absorbida : 2,2 kW
- Velocidad motor : 1.450 r.p.m.
- Tensión : 400 V
- Intensidad nominal : 5,5 A
- Frecuencia/Nº Fases : 50 Hz/III

- Protección : IP68
- Aislamiento : clase F

Protección del motor

- Protecciones térmicas : Kixon en estator
- Protecciones de estanqueidad : Sistema DI con sonda en la cámara de aceite
- Sistema de refrigeración : Libre circulación del medio.

Materiales

- Carcasa del motor : Fundición GG25
- Impulsor : Fundición GG25
- Eje del rotor : Acero inoxidable AISI 420
- Voluta : Fundición GG25
- Tornillería : Acero inoxidable AISI 316
- Estanqueidad en el eje : Doble junta mecánica Carburo de Silicio / Carbono-acero al cromo hacia el

Acabado

Según estándar del fabricante

ESPECIFICACION TECNICA BVAR

EQUIPO : BOMBA DE ARENAS
SERVICIO : DESARENADO-DESENGRASE

Características bomba de arena

- Marca : TURO
- Fluído : agua con arenas
- Caudal : 1,5 m³/h
- Altura total : 1,5 m.c.a.
- Modelo : T 4150 SO8 LB3B-2 “SP”
- Construcción : montaje vertical sumergido/en seco, construcción cantilever.
- Tipo de rodete : Vortex desplazado
- Paso libre : 50 mm.
- DN Asp/Imp : 65/60
- Rendimiento : 5 %
- Potencia motor : 0,55 kW
- Potencia absorbida : 0,1 kW
- Velocidad bomba : 730 r.p.m.

Materiales bomba

- Cuerpo : GG-25
- Tapa cuerpo : Acero
- Rodete : HG-15.3
- Eje : CK-45

Motor

- Potencia : 0,55 kW
- Velocidad : 730 r.p.m.
- Tensión/Frecuencia : 220/380 V 50 Hz
- Protección/Forma : IP 55/V 1

Acabados

Según standard del fabricante.

ESPECIFICACION TECNICA C

EQUIPO : COMPUERTA CON ACCIONAMIENTO MANUAL
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : DAGA
- Tipo : Canal o mural.
- Dimensiones : según presupuestos parciales
- Marco guía : en perfiles conformados espesor 3 mm
- Tablero : chapa de acero con nervios de refuerzo
- Dimensionado del tablero : Flecha 1/500 y tensión máx. admisible de 1.400 kg/cm²
- Espesor mínimo del tablero : 4 mm
- Estanqueidad : 3 ó 4 lados mediante perfiles especiales de elastómero
- Fuga admisible : 0,03 l/seg/m de cierre
- Husillo : No ascendente, de 30 mm diámetro(mínimo)
- Rosca husillo : Trapecial, según DIN 103
- Cálculo del husillo : A pandeo por el método 'w', y tensión máxima admisible de 1.400 kg/cm²
- Anclaje a obra : Mediante tacos de expansión

Materiales

- Marco guía : Acero inoxidable AISI-316
- Tablero : Acero inoxidable AISI-316
- Guías de deslizamiento : Polietileno

- Perfiles de cierre : E.P.D.M.
- Tuerca de accionamiento : Bronce
- Husillo : Acero inoxidable AISI-316
- Torreta soporte acción : Acero al carbono A42b/St37
- Tornillería : Acero inoxidable AISI-316

Accionamiento

- Tipo : manual
- Por volante, con rodamiento para absorber el esfuerzo axial
- Volante de poliamida PA6 con fibra de vidrio, de diámetro 250

Acabados

- Protección Inoxidable : Pulido mecánico
- Protección Resto : Chorreado SA 2 ½ + epoxi (125 micras)

Pruebas

Las indicadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

ESPECIFICACION TECNICA CARRDES

EQUIPO : CARRETES DE DESMONTAJE
SERVICIO : VARIOS

Características

- Tipo : telescópicos
- Diámetro nominal : todas las medidas
- Presión nominal : PN 10
- Conexiones : brida-brida, brida-tubo, tubo-tubo, según los casos.
- Normas conexión : DIN 2501
- Montaje : horizontal o vertical
- Estanqueidad : juntas tóricas
- Variación de longitud : ± 25 mm

Materiales

- Cuerpo : Acero inoxidable AISI 316
- Juntas : neopreno
- Espárragos y tuercas : Acero inoxidable AISI 316

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA CARRFER

EQUIPO : CARRIL FERROVIARIO
SERVICIO : PROTECCION ZONAS TRASIEGO CONTENEDORES

Características

- Tipo : ferroviario (Vignolés)
- Ancho de ala : 130 mm
- Altura total : 142 mm
- Ancho del camino rodadura : 66 mm
- Densidad media : 7,85 Kg/dm³
- Altura del alma : 78 mm
- Espesor mínimo del alma : 15 mm
- Material : acero laminado A42b

Acabados

- Según normas generales

ESPECIFICACION TECNICA CLAR

EQUIPO : EXTRACTOR-CLASIFICADOR DE ARENAS
SERVICIO : ELIMINACION DE ARENAS DE DESBASTE.

Características

- Marca : DAGA
- Modelo : MR37T-035
- Caudal : 25 m³/h
- Altura de descarga : 1.500 mm

Cuba metálica

- Anchura depósito : 87 mm
- Longitud total : 3.7890 mm
- Bridas de entrada / salida : DN 100 PN 10 / DN 100 PN 10
- Disposición de taladros de bridas : Según DIN2576 PN10
- Tubería de desagüe : 2'' DN 50 roscado
- Materiales : Acero inoxidable 1.4404-EN10088(AISI 316L)

Tornillo sin-fin

- Diámetro tornillo : 200 mm
- Velocidad : 11,5 r.p.m.
- Material del tornillo : Acero inoxidable 1.4404-EN10088(AISI 316L)
- Cuna antidesgaste : Polietileno antidesgaste

Grupo motriz

- Potencia motor : 0,55 kW
- Motor : 1.500 r.p.m. 220/380 V IP55 Aisl. F
- Marca motor : BONFIGLIOLI o similar
- Acoplamiento motor-reductor : Directo
- Tipo reductor : Tornillo sin fin
- Marca reductor : TECNOTRANS o similar
- Velocidad de salida : 11,5 r.p.m.
- Elementos de transmisión : Acero al carbono S275JR – EN10025(A42b)

Tornillería

- Tornillería : Acero inoxidable A-4 (AISI-316)

Acabados

- Protección cuba metálica : Pulido mecánico
- Protección tornillo : Pulido mecánico
- Protección grupo motriz : Pintura epoxi + Poliuretano (125 micras)
- Color acabado : Azul-RAL 5007

ESPECIFICACION TECNICA CM

EQUIPO : COMPUERTA CON ACCIONAMIENTO MOTORIZADO
SERVICIO : VARIOS.

Características

- Marca : DAGA
- Tipo : Canal o mural
- Dimensiones : según presupuestos parciales
- Marco guía : en perfiles conformados espesor 3 mm
- Tablero : chapa de acero con nervios de refuerzo
- Dimensionado del tablero : Flecha 1/500 y tensión máx. admisible de 1.400 kg/cm²
- Espesor mínimo del tablero : 4 mm
- Estanqueidad : 3 ó 4 lados mediante perfiles especiales de elastómero
- Fuga admisible : 0,03 l/seg/m de cierre
- Husillo : No ascendente, de 30 mm diámetro (mínimo)
- Rosca husillo : Trapecial, según DIN 103
- Cálculo del husillo : A pandeo por el método 'w', y tensión máxima admisible de 1.400 kg/cm²
- Anclaje a obra : Embebida en hormigón

Materiales

- Marco guía : Acero inoxidable AISI-316
- Tablero : Acero inoxidable AISI-316
- Guías de deslizamiento : Polietileno

- Perfiles de cierre : E.P.D.M.
- Tuerca de accionamiento : Bronce
- Husillo : Acero inoxidable AISI-316
- Tornillería : Acero inoxidable AISI-316

Accionamiento

- Tipo : motorreductor eléctrico
- Potencia : según p.p.
- Velocidad motor : 1500 r.p.m.
- Acoplamiento motor-reductor : directo
- Tipo de reductor : engranajes
- Velocidad de la compuerta : 6 m/min

Accesorios

- 2 contactos para fin de carrera regulables
- Limitador de par
- Señalización externa de posición
- Volante de accionamiento manual de emergencia
- Orificios de escurrido en el motor eléctrico.

Acabados

- Protección Inoxidable : Pulido mecánico

Pruebas

Las indicadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

ESPECIFICACION TECNICA COMPR

EQUIPO : COMPRESOR DE AIRE
SERVICIO : AIRE DE SERVICIOS

- Marca : COMPAIR
- Modelo : PROPACK 320/100 PM
- Velocidad : 1.500 r.p.m.
- Caudal de aire libre suministrado : 19,2 Sm³/h
- Presión normal de trabajo : 9 bar
- Temp. de salida aire del compresor : 1° C
- Temp. ambiente máxima admisible : 40° C
- Residual de aceite : <0,006 mg/m³

Accionado por motor eléctrico:

- Potencia : 2,2 kW
- Velocidad : 1.500 r.p.m.
- Tensión frecuencia y fases : 400 V/50 Hz/III
- Protección : IP44
- Clase de aislamiento : F

El conjunto moto-compresor incorpora los siguientes elementos:

- Compresor alternativo lubricado, dos cilindros y una etapa de compresión.
- Refrigerador posterior aire - aire con ventilador, coaxial al motor principal
- Filtro seco para eliminación de partículas.
- El acoplamiento del motocompresor se realiza mediante transmisión por correas.
- Sistema de control basado en arranque – parada automática, mediante presostato incorporado en el depósito.
- Válvula reductora de presión con manómetro de presión a la salida
- Depósito acumulador de 150 l. Montado sobre ruedas, con manómetro y grifo de purga.

ESPECIFICACION TECNICA CONTADOR

EQUIPO : CONTADOR DE AGUA
SERVICIO : VARIOS

Características

- Tipo : hélice Woltman con esfera en seco
- Diámetro nominal : todas las medidas
- Montaje : horizontal
- Temperatura del agua : hasta 40° C
- Presión de trabajo : 10 Kg/cm²
- Caudal máximo : según los casos
- Esfera : integradora
- Indicación mínima : según los casos
- Capacidad máxima : según los casos
- Conexiones : roscadas s/DIN 259 o embridadas, taladradas PN 10, según los casos.

Acabados

- Según normas generales

ESPECIFICACION TECNICA CONTEN

EQUIPO : CONTENEDOR DE RESIDUOS
SERVICIO : ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS. COMÚN

- Tipo : Abierto o cerrado s/presupuestos parciales.
- Capacidad aproximada : 5 m³
- Dimensiones:
 - Base inferior : 2,8 x 1,6 m.
 - Base superior : 4,2 x 1,8 m.
 - Altura : 1 m.
- Construcción : Acero laminado A410b y perfiles de refuerzo.

Dispone de refuerzo en la parte superior e inferior y tetones de elevación. Va soportado sobre carriles de rodadura tipo ferroviario.

En los contenedores cerrados se dispone de una tapa para evitar que se derramen los residuos líquidos.

Acabados

Según standard del fabricante.

ESPECIFICACION TECNICA CONTNIV

EQUIPO : CONTROLADOR DE NIVEL TIPO FLOTADOR
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : ABS
- Tipo : Boya

Materiales

- Exterior : Polipropileno
- Relieve : Goma de EPFDM
- Cable : PVC especial o goma de cloropreno

Acabados

Según standard del fabricante.

ESPECIFICACION TECNICA CUCHA50

EQUIPO : CUCHARA BIVALVA
SERVICIO : POZO DE GRUESOS

Características :

Marca:	GALMEN
Tipo:	CEPA N-050
Capacidad	50 litros
Nº de brazos	dos valvas
Motor eléctrico	0,5 c.v. 1.500 r.p.m. 220/380 v. 50 hz, ip-55, clase-f y b.
Bomba hidráulica	de alta presion
Nº de cilindros	dos de doble efecto
Presión de trabajo	60 bar
Aceite hidráulico	3,5-5º engler
Tiempo de cierre	4” segundos
Tiempo de apertura	3” segundos
Filtro de aceite	125 micras instalado en línea
Filtro de aire	40 micras
Nivel acústico	80 db (a) a un metro, según normas i.e.c.
Peso	335 kgs aprox.

ESPECIFICACION TECNICA DEC2

EQUIPO : DECANTADOR DE RASQUETAS
SERVICIO : DECANTACIÓN SECUNDARIA

Características

- Marca : DAGA
- Tipo : MR06B-0700
- Diámetro interior recinto : 7,0 m.
- Diámetro camino de rodadura : 7,3 m.
- Pendiente solera : Según planos
- Distancia nivel agua a coronación muro: Aprox. 0,45 m.
- Altura cilíndrica del recinto : Según planos

Pasarela puente

- Tipo : Viga cajón
- Longitud : 4,16 m
- Anchura exterior : 0,81 m
- Altura de la barandilla : 950 mm
- Tipo de barandilla : Tubular, montantes en pletinas rectangulares
- Piso de la pasarela : Tramex galvanizado 30x30/25x2

Carro motriz

- Motor : 0,18 kW – 1.500 r.p.m. 220/380 V IP55 Aisl. F
- Marca motor : Bonfiglioli o similar.
- Tipo reductor : Tornillo sin fin.
- Marca reductor : Tecnotrans - Bonfiglioli.

- Tipo de ruedas : Red-band.
- Tamaño de las ruedas : Diámetro 300 mm
- Velocidad de desplazamiento : 1,32 m/min

Pivote central

- Colector (toma de corriente) : 6 Fases + TT (220/380 V)
- Diámetro nominal pivote : 520 mm

Campana central deflectora

- Diámetro : 1,30 m
- Altura : 1,25 m
- Espesor : 2 mm

Rasqueta de fondo

- N° de brazos de barrido : 1 (radial)
- Tipo rasqueta de fondo : Fija en espina de pez

Rasqueta de flotantes

- Tipo : Radial
- Tipo tolva recogida de flotantes : Emergida
- Anchura tolva : 0,40 m.

Aliviadero perimetral

- Construcción : Chapas de 2.000x200 mm
- Espesor : 1 mm

Deflector perimetral

- Construcción : Chapas de 2.000x200 mm
- Espesor : 1,5 mm

Materiales:

- Pasarela : Acero al carbono A42b
- Barandilla : Acero inoxidable AISI 304L
- Carro motriz : Acero al carbono A42b
- Ejes ruedas : Acero al carbono F1140
- Pivote central : Acero al carbono A42b
- Campana : Acero inoxidable AISI 304L
- Soporte campana a pasarela : Acero al carbono A42b
- Chapa rasqueta fondo : Acero inoxidable AISI 304L
- Chapas rasqueta flotantes : Acero inoxidable AISI 304L
- Soportes rasqueta flotantes : Acero al carbono A42b
- Barredor de flotantes : Acero inoxidable AISI 304L
- Tolva : Acero inoxidable AISI 304L
- Soporte tolva : Acero inoxidable AISI 304L
- Aliviadero : Acero inoxidable AISI 304L
- Deflector : Acero inoxidable AISI 304L
- Soportes deflector : Acero inoxidable AISI 304L
- Tornillería : Acero inoxidable AISI 304L

Acabados

- Protección accionamiento : Pintura epóxi (125 micras). Color: Azul (RAL5007)
- Protección zona aéreas : Galvanizado en caliente
- Protección inoxidable : Pulido mecánico

ESPECIFICACION TECNICA DEFLEC

EQUIPO : DEFLECTOR
SERVICIO : VARIOS

Características

- Forma del deflector : rectangular.
- Longitud : no más de 2,2 m
- Anchura : de 0,25 y 0,40 m según casos
- Espesor : 4 mm
- Regulación : manual en altura
- N° de anclajes : según los casos
- Tipos e anclajes : tacos de acero inoxidable

Materiales

- Vertedero : acero inoxidable AISI-316
- Anclajes : acero inoxidable AISI-316

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA DEP1000

EQUIPO : DEPOSITO ALMACEN DE REACTIVOS
SERVICIO : VARIOS

- Marca : TECNIUM

Dimensiones:

- Capacidad útil : 1000 l

- Diámetro : 1.160 mm

- Altura : 1.360 mm

- Tipo : Vertical cerrado con fondo plano

- Espesor : 6-7 mm.

- Material : Poliester reforzado con fibra de vidrio.
Resina Altac 382/05 en la barrera química.
Resina Ortoftáltica en la barrera mecánica.

Equipado con:

- Tubuladuras con brida DIN 2502 para carga, descarga, rebose e indicador de nivel.

- Indicador de nivel.

- Incluso válvulas, colectores y conexiones.

ESPECIFICACION TECNICA DES

EQUIPO : CONCENTRADOR DE GRASAS
SERVICIO : ELIMINACION DE GRASAS EN EL DESBASTE

Características

- Marca : DAGA
- Anchura recinto : 1,0 m.
- Longitud de barrido : 0,5 m
- Volumen : 7,8 m³
- Tipo de estructura : Monobloc
- Tipo de funcionamiento : Automático
- Sistema de transmisión : Cadenas
- Potencia motor : 0,37 kW
- Protección de motor : IP55
- Marca motor : ABB ó similar
- Marca reductor : TECNOTRANS
- Tipo reductor : Tornillo sin fin

Materiales

- Depósito concentrador : Acero inoxidable AISI 316
- Tubería para vertido : Acero inoxidable AISI 316
- Palas rasquetas flotantes : Acero inoxidable AISI 316
- Perfiles de barrido rasquetas flotantes : PVC flexible
- Guías cadena : Acero inoxidable AISI 316
- Chapas de protección lateral : Acero inoxidable AISI 316

- Cadenas de transmisión : Acero inoxidable AISI 316
- Ruedas de transmisión : Acero al carbono galvanizado A42b
- Ejes del equipo motriz : Acero al carbono F1140
- Tornillería : Acero inoxidable AISI 316

Acabados

- Protección accionamiento : Pintura epoxi 125 micras
- Protección inoxidable : Pulido mecánico

ESPECIFICACION TECNICA DESODOR

EQUIPO : UNIDAD DE DESODORIZACIÓN POR CARBÓN ACTIVO
SERVICIO : DESODORIZACION

Características:

- Marca : TECNIUM
- Tipo de instalación : DESODORIZACIÓN POR CARBON ACTIVO
- Caudal de gases a tratar : 6.500 Nm³/h, con 10 renovaciones por hora
- Composición : Aire + H₂S + CH₃SH + (CH₃)₂S + (CH₃)₂S₂
- Concentración media H₂S : 10 mg/m³
- Eficacia inicial de adsorción : 99 %
- Pérdida de carga equipos : 800 Pa
- Pérdida de carga consductos : 700 Pa
- Pérdida de carga total : 1.500 Pa

Equipos base:

Torre de contacto TECNIUM

- Modelo : ECVSS-20
- Material barrera química : Resina estervinílica / fibra de vidrio
- Material refuerzo mecánico : Resina ortoftáltica / fibra de vidrio
- Diámetro : 2.000 mm
- Altura total aproximada : 2.500 mm
- Espesor de construcción : 5 mm

Carbón activo utilizado

- Tipo : Base de cáscara de coco con impregnación de NaOH tipo regenerable
- Cantidad : 1.500 kg
- Densidad aparente : 575 kg/m³
- Índice de saturación sobre H₂S : 22 % w/w
- Tamaño medio del gránulo : 3,6 mm
- Contenido de humedad : 15%
- N° de lechos : 2
- Autonomía : 4.320 h

Ventilador TECNIUM

- Modelo : MPSSS - 4055
- Material de las partes en contacto con el fluido : Resina estervinílica / fibra de vidrio
- Acoplamiento al motor : poleas-correas
- Caudal : 6.500 m³/h
- Presión estática : 1.500 Pa
- Estanqueidad eje : Deflector limitador fugas
- Potencia instalada : 7,5 kW
- Tensión motor : 380/660 V
- Velocidad angular del motor : 1.450 r.p.m.
- Protección del motor : IP-55

Acabado

Según standard del fabricante

ESPECIFICACION TECNICA DIFBUR

EQUIPO : DIFUSOR BURBUJA GRUESA
SERVICIO : APORTE DE AIRE EN DESARENADO-DESENGRASE

- Marca : DORR-OLIVER EIMCO
- Modelo : NON-CLOG
- Tipo : Clapeta elástica
- Diámetro exterior : 150 mm.
- Caudal unitario : 8-10 m³/h
- Presión diferencial de trabajo : 350 mbar.

Materiales

- Cuerpo : A.B.S. (Acrilo Nitrilo Butadieno Stireno) con fibra de vidrio.
- Clapeta : Neopreno
- Arandela : A.B.S.
- Tornillo y tuerca : AISI-304

Acabados

Según standard del fabricante.

ESPECIFICACION TECNICA DUCHOJOS

EQUIPO : DUCHA DE SEGURIDAD LAVAOJOS
SERVICIO : DUCHA DE SEGURIDAD

Características

- Tipo : Ducha de seguridad, con lavaojos. Tipo pedestal.
- Altura total : 2330 mm
- Altura lavaojos : 970 mm

Materiales

- Rociador y lavaojos : Plástico ABS
- Tubería interconexión : A° C° Galvanizado con recubrimiento de rilsan

Accesorios

Válvula de apertura automática al pulsar o pisar, con cierre automático al dejar de pulsar.

ESPECIFICACION TECNICA EQDBO5

EQUIPO : EQUIPO DETERMINACIÓN DBO₅
SERVICIO : LABORATORIO

Características

- Marca : VITTADINI o similar
- Modelo : 6 plazas
- Para determinación simultánea de seis muestras
- Lectura directa mg=2/l
- Rango de medida con 5 escalas de lectura directa
- Campo de salida de 0 a 10.000 mg/l
- Medida por método manométrico
- Lector calibrado en transmitancia y absorbancia

Acabado

Según standard del fabricante

Pruebas

Las indicadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

ESPECIFICACION TECNICA EQFILTR

EQUIPO : EQUIPO DE FILTRACIÓN
SERVICIO : LABORATORIO

Características

- Marca : AFORA o similar
- Modelo : 5810
- Para filtros de Ø 47 mm. , compuesto por:
 - * Embudo filtración de 300 ml
 - * Cuerpo con placa porosa de vidrio
 - * Matrax Kitasato de 1000 ml, esmerilado
 - * Pinza
 - * Incluye caja de papel de filtro

Acabado

Según standard del fabricante

Pruebas

Las indicadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

ESPECIFICACION TÉCNICA ESP

EQUIPO : ESPESADOR DE FANGOS
SERVICIO : ESPESAMIENTO DE FANGOS

Características

- Marca : DAGA
- Modelo : MR 21
- Diámetro interior : 12 m
- Distancia nivel agua a coronación muro: Aprox. 0,45 m.
- Altura cilíndrica del recinto : Según planos
- Pendiente solera : Según planos
- Tipo de pasarela : Hormigón

Accionamiento central

- Tipo : Central directo
- Motor : 0,18 kW – 1.500 r.p.m. 220/380 V IP55 Aisl. F
- Marca motor : Bonfiglioli o similar.
- Tipo reductor : Epicicloidal.
- Marca reductor : Tecnotrans - Bonfiglioli.
- Velocidad de giro de las rasquetas : 0,302 r.p.m.

Eje central

- Tipo : Tubo de acero con conexiones embridadas

Brazos barrido de fondo

- Brazos de barrido : Diametral soporta rasquetas
- Rasquetas : Fijas en disposición de espina pez

Conjunto guiado inferior

- Tipo : Exterior al eje central

Campana central deflectora

- Diámetro : 0,8 m
- Altura : 1,0 m
- Espesor : 2 mm

Aliviadero perimetral

- Construcción : Chapas de 2.000x200 mm
- Espesor : 2 mm

Materiales

- Placa soporte accionamiento central : Acero al carbono A42b
- Varillas de anclaje placa soporte : Acero cincado
- Eje central : Acero inoxidable AISI 304L
- Brazos barrido de fondo : Acero inoxidable AISI 304L
- Chapas rasquetas de fondo : Acero inoxidable AISI 304L
- Láminas rascadoras de fondo : EPDM
- Piquetas de espesamiento : Acero inoxidable AISI 304L
- Conjunto guiado inferior : Acero inoxidable AISI 304L

- Campana central deflectora : Acero inoxidable AISI 304L
- Aliviadero : Acero inoxidable AISI 304L
- Tornillería : Acero cincado y Acero inoxidable AISI 304

Acabado

- Partes sumergidas y no sumergidas : Galvanizado en caliente

ESPECIFICACION TECNICA GRPRE

EQUIPO : GRUPO DE PRESION
SERVICIO : ELEVACIÓN AGUA DE SERVICIOS

Descripción

- Marca : IDEAL
- Modelo : HYDRO 2V-64
- Fluido : agua a temperatura ambiente
- Presión : 38 m.c.a.
- N° de bombas : 2
- Tipo : Multifásicas
- Ejecución de las bombas : vertical
- Caudal unitario por bomba : 9 m³/h
- Velocidad de la bomba : 1.450 r.p.m.
- Depósitos del grupo : 1
- Capacidad del depósito : 100 litros
- Timbrado del depósito : 10 Kg/cm²

Materiales

- Cuerpo de las bombas : fundición
- Eje de las bombas : acero inoxidable
- Tipo depósito : membrana

Accionamiento

- Motores : eléctricos

- Potencia unitaria : 1,5 CV
- Velocidad : 1.450 r.p.m.
- Protección : IP-54

Accesorios

- Presostatos : 2
- Manómetro : 1 (0-10 Kgr)
- Válvulas de compuerta y retención
- Colector de aspiración e impulsión
- Cuadro eléctrico
- Bancada común para bombas

Acabados

- Según standard del fabricante.

ESPECIFICACION TECNICA INDDIG

EQUIPO : INDICADOR DIGITAL
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : ABB o similar
- Tipo : de 3 ½ dígitos
- Montaje : en panel
- Tamaño : 96 x 48
- Entrada : 4-20 mA
- Alimentación : 220 V, 50 Hz

Acabado

Según standard del fabricante

ESPECIFICACION TECNICA LAMELAS

EQUIPO : DECANTADOR DE LAMELAS
SERVICIO : TANQUE DE TORMENTAS

Conjunto de lamelas para decantador rectangular

- Marca : ECOTEC

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

1 Bloques lamelares

Modelo	FS41.50
Superficie proyectada (m²)	4.058
Volumen de lamelas (m³)	368,9
Área de la base de lamelas (m²)	217
Altura de lamelas (mm)	1.700
Ángulo	60
Material	PVC
Peso/m³ (Kg)	85
Tª máxima de servicio (°C)	55°C

2 Decantador

Nº decantadores : 1

Dimensiones decantador : 2,8 x 2,15 m

Material decantador : Polipropileno isotáctico

Estructura de soportación : Acero al carbono / pintura epoxi

3 Acabados

estándar del fabricante

ESPECIFICACION TECNICA LINAIRCO

EQUIPO : ELEMENTOS DE LINEA DE AIRE COMPRIMIDO
SERVICIO : RED DE AIRE

Características

Conjunto de elementos a intercalar en las líneas de distribución de aire comprimido, comprendiendo:

- Filtro monorreductor engrasador de 1/2" con capacidad del engrasador 15 cl presión máxima de trabajo 16 Kg/cm²
- Purgador automático de 1/2" para eliminación de condensador de aire, presión máxima de trabajo 16 Kg/cm².
- Engrasador de 1/2" con capacidad de depósito de 120 cl y una presión máxima de trabajo de 16 Kg/cm²

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA MAN

EQUIPO : MANOMETROS DE MUELLE
SERVICIO : VARIOS

Características

- Tipo : muelle tubular, sistema Bourdon
- Modelo : concéntrico
- Tipo de conexión : inferior o posterior rosca macho
- Diámetro de conexión : 3/4" gas
- Diámetro de esfera : 100 mm
- Fluido : agua o aire, según los casos
- Gama de medida : 0, máxima: 25 bar, según DIN 1618
- Protección : en baño de glicerina IP 55
- Exactitud : 1
- Unidad de medida de presión : bar, Kg/cm², mca, según los casos
- Construcción : según DIN 16064
- Material
 - Aguja : aluminio, pintada en negro
 - Piezas en contacto con el fluido : aleación de cobre
 - Caja : acero con aro bayoneta estanca a chorro de aguas
 - Cierre : cristal de vidrio
 - Esfera : aluminio, fondo blanco
- Temperatura máxima de trabajo : 100° C
- Sobre presiones máximas : 130% de la escala máxima de graduación durante breves espacios de tiempo

ESPECIFICACION TECNICA MEDCAGAS

EQUIPO : MEDIDA DE CAUDAL DE AIRE
SERVICIO : TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Medidor de caudal másico para gases, marca ABB, compuesto por:

- Modelo : V14224-1121111100
- Tipo : Térmico
- Material : Acero inoxidable 1.4571
- Precisión : $\pm 0,9$ % del valor medido para aire o nitrógeno
 $\pm 1,8$ % del valor medido para otros gases
- Máxima presión de operación : 40 bar
- Temperatura de operación : $- 25$ °C....+150 °C
- Longitud de montaje : 263 mm
- Protección : IP65
- Clasificación eléctrica : Prop. Generales
- Display digital con indicación de caudal instantáneo y totalización
- Señal de salida : 4-20 mA + HART
- Diagnósis y funciones de alarma
- Alimentación eléctrica : 110 –230 V c.a.
- Adaptador para soldar a tubería
- Material : Acero Inoxidable 1.4571

ESPECIFICACION TECNICA MEDELECVAR

EQUIPO : MEDIDOR ELECTROMAGNETICO DE CAUDAL
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : KROHNE
- Diámetro : varios
- Unidad electrónica basada en microprocesador
- Salida analógica programable
- Salida de impulsos programable
- Fuente de alimentación universal y conmutada (acepta 85 a 265 V y 45 a 400 Hz). Consumo máximo 20 VA
- Velocidad ajustable entre 0,5 y 15 m/seg. (Rango de caudal ajustable según diámetro)
- Protección : IP65
- Bridas : DIN PN16 en acero al carbono
- Tubo de medida en acero inoxidable
- Electrodo en AISI 316
- Recubrimiento interno en Elastómero
- Límites de temperatura de proceso -10 a +70° C
- Nivel del líquido del 10% al 100%
- Incluyendo display con indicación digital y totalizador.

ESPECIFICACION TECNICA MEDO2

EQUIPO : MEDIDA OXIGENO DISUELTO
SERVICIO : REACTOR BIOLÓGICO

Compuesto por:

- Indicador-Transmisor de Oxígeno Disuelto, basado en **microprocesador**
- ABB Instrumentación
- Modelo: 4640/500
- Display de 5 dígitos y 16 caracteres
- Rango programable 0 a 200% saturación ó 0 a 20 ppm
- Compensación de temperatura: 0-40° C automática mediante termorresistencia Pt100
- Señal de salida: 0-10, 0-20 ó 4-20 mA
- Alarmas: 2 relés (punto de consigna programable)
- Precisión: $\pm 1\%$ saturación, 0,1% ppm
- Montaje en pared
- Protección IP66
- Alimentación: 100 a 130 V ó 200 a 260 V, 50/60 Hz
- Con autodiagnóstico
- Sistema sensor de **Oxígeno Disuelto**
- ABB Instrumentación. Serie Industrial
- Modelo: 9408/050
- Tipo esfera flotante
- Diámetro de esfera: 200 m.m.
- Para usar con brazo soporte de longitud máxima 3 m (No se incluye el tubo soporte de 3 m)
(Usar tubo de material plástico ABS, de 50 mm, d.e. 3,3 m.m. pared.
Presión Nominal 10 bar.
- Incluyendo cápsula sensora de Oxígeno 8012 con sensor de temperatura.

Acabado

Según standard del fabricante.

ESPECIFICACION TECNICA MEDO2POR

EQUIPO : MEDIDOR DE OXÍGENO DISUELTO
SERVICIO : LABORATORIO

Características

- Marca : HANNA o similar
- Tipo portátil con medida digital
- Rangos de medidas:
 - * 0 a 199% de saturación
 - * 0 a 19,9 mg/l oxígeno
- Con sonda y cable
- Alimentación: batería interna 9 V
- Incluye maletín de transporte

Acabado

Según standard del fabricante

Pruebas

Las indicadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

ESPECIFICACION TECNICA MEDPH

EQUIPO : MEDIDA DE pH
SERVICIO : VARIOS

Equipo de medida de pH, Marca ABB, compuesto por:

Sonda

- Modelo : AP301/10510004-4630/500
- Montaje : en línea, by-pass o drenaje
- Material : PVDF
- Temperatura máxima : 100°C
- Rango de medida : 0-14 pH
- Con electrodo tipo combinado, insertado en KCl gel(Flat Glass):
 - . Electrodo de vidrio para pH
 - . Electrodo de referencia Ag/AgCl
 - . Sensor PT100 para compensación de temperatura
- Junta porosa en PTFE
- Conexión a proceso roscada 3/4" NPT-M
- Cable de conexión sensor / transmisor de 5 m
- Máxima presión y temperatura de trabajo : 6 bar / 100° C

Indicador / Transmisor

- Modelo : AX460 / 10005
- Basado en microprocesador
- Versión 1 canal
- Display LCD de dos líneas de 5 dígitos y 16 caracteres
- Rango programable : -2 a 16 pH

- Mínimo span : 100 mV / 2 pH
- Funciones de control P, PI o PID configurables
- Señal de salida : dos configurables 0-10, 0-20 o 4-20 mA
- Alarmas : 3 relés (punto de consigan programable)
- Precisión : $\pm 0,01$ % pH
- Con autodiagnosis
- Alimentación eléctrica : 85 a 265 V. 50/60 Hz
- Montaje en pared
- Protección : IP66 NEMA 4X

ESPECIFICACION TECNICA MEDPHPOR

EQUIPO : MEDIDOR DE PH PORTÁTIL
SERVICIO : LABORATORIO

Características

- Marca : CRISON o similar
- Modelo : Portable 506
- Lectura digital
- Con compensación de temperatura manual y electrodo de pH combinado
- Rango de medida : 0,00 14,00 pH
0,0 ± 1999 mV
- Resolución pH - 0,01
- Alimentación : Pila 9 v

Acabado

Según standard del fabricante

Pruebas

Las indicadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

ESPECIFICACION TECNICA MEDREDOX

EQUIPO : MEDIDA DE POTENCIAL REDOX
SERVICIO : TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Equipo de medida de potencial redox. Marca ABB, compuesto por:

Sonda

- Modelo : AP103/60540004
- Material : Polipropileno
- Temperatura máxima : 80°C
- Con electrodo tipo cartucho roscado, incluyendo en un monobloque:
 - . Electrodo de platino para redox
 - . Electrodo de referencia
 - . Conectores eléctricos IP 67
- Cable de conexión sensor / transmisor de 5 m

Indicador / transmisor

- Modelo : AX460 / 10005
- Basado en microprocesador
- Display LCD de dos líneas de 5 dígitos
- Rango programable : -1200 a + 1200 mV (mínimo span 100 mV)
- Funciones de control P, PI o PID configurables
- Señales de salida : dos configurables 0-10, 0-20 o 4-20 mA
- Alarmas : 3 relés (punto de consigna programable)
- Con autodiagnos
- Alimentación eléctrica : 85 a 265 V, 50/60 Hz

- Montaje en pared

- Protección : IP66 NEMA 4X

ESPECIFICACION TECNICA MEDUSNIV

EQUIPO : MEDIDOR ULTRASONICO DE NIVEL
SERVICIO : VARIOS

Medidor Ultrasónico de nivel

- Marca : ENDRESS+HAUSER

Formado por

SENSOR ULTRASÓNICO PARA MEDIDA CONTINUA DE NIVEL SIN CONTACTO:

- Modelo	FDU91-RG1AA
- Transmisor asociado:	FMU90/FMU95.
- Longitud máxima de cable:	300 metros
- Material:	PVDF.
- Temperatura de trabajo:	-40° a +80°C
- Presión máxima de trabajo:	4 bar abs.
- Zona muerta:	30 cm.
- Rango de medida:	Líquidos: 10 metros; Sólidos: 5 metros
- Construcción:	Soldada, sin junta.
- Protección:	IP68
- Homologación:	Zonas no clasificadas
- Conexión a proceso:	Rosca ISO228 G 1", PVDF
- Longitud de cable:	5 metros
- Sistema de calefacción:	No incluido

TRANSMISOR DE NIVEL/CAUDAL PARA CONECTAR A SENSORES ULTRASÓNICOS:

- Modelo FMU90-R11CB131AA1A
- Curva de linearización: 32 puntos
- Homologación: Zonas no clasificadas
- Aplicación: Medida de nivel + control de bomba (alterno)
- Caja: Montaje campo, IP66 NEMA 4X. Material PC
- Operación: Teclado con display LCD iluminado.
- Alimentación: 10,5-32V DC
- Entrada: 1 sensor FDU9x/8x
- Contactos de salida: 3 contactos de relé, SPDT
- Señal de Salida: 0/4-20mA, HART
- Señal de entrada adicional: Ninguna.
- Visualización in situ de curva de eco en display
- Reconocimiento automático sensor FDU90x
- Fácilmente configurable por menú.
- Incluye software configuración ToF-Tool

ESPECIFICACION TECNICA PASMLL

EQUIPO : PASAMUROS TIPO LISO - ARANDELA - LISO
SERVICIO : VARIOS

Características

- Diámetro nominal : todas las medidas
- Construcción : tubería de acero inoxidable AISI 316
- Longitud : dependiendo del espesor de muros.
- Tipo : Tubo-tubo con placa de estanqueidad.
- Bridas : según DIN 2501

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA PBIO

EQUIPO : PARRILLA DE DIFUSORES
SERVICIO : PARRILLA DE DIFUSORES BIOLÓGICO

- Marca : SANITAIRE
- Tipo de difusores : Membrana EPDM 9"
- N° filas por parrilla : 7
- N° difusores por fila : 4
- Diámetro tubería de distribución : 110 mm
- Material tubería de distribución : PVC
- N° total de difusores por parrilla : 28
- Diámetro de la bajante : 100 mm
- Longitud total de la parrilla : 2,50 m
- Anchura total de la parrilla : 1,90 m
- Separación entre ejes de tuberías de distribución : 0,33 m
- Anchura de separación entre difusores : 0,48 m

Se incluyen:

- Colectores de distribución de aire
- Tuberías de distribución de aire
- Juntas especiales de unión entre líneas, tipo autoalineantes.
- Soportes completos de los colectores, incluido el taco de expansión.
- 2 purgas por parrilla de 50 mm de diámetro, incluida válvula manual.
- Difusores de membrana completos.

- Lubricante de silicona para impermeabilizar los anillos tóricos del disco de membrana.
- Llave de ajuste de aros de retención.
- Bajante en PVC de 1 m de longitud terminada en brida.

Materiales

- Cuerpo del difusor : PVC-ASTM D 3915
- Membrana : EPDM (Etileno Propileno)
- Soportes : Acero inoxidable AISI-304

Características del sistema de aireación

- Difusores de Membrana de la Silver Serie II, de Ø 9" (380 cm² de superficie útil), material EPDM de FORMULA AVANZADA, con rendimiento de *ALTA EFICIENCIA WE* basado en un espesor variable de la membrana para una mejor distribución del aire y en un reparto en sectores circular de las microperforaciones.
- Portadifusor y aro de apriete en PVC con TiO₂>2% según ASTM D3915.
- Parrilla de diseño en circuito abierto para permitir las dilataciones y contracciones del sistema, con las líneas situadas paralelas a la longitud del tanque.
- Colectores de distribución y líneas de aire en PVC PN7,5 Ø 110 mm, con una concentración de TiO₂>2% como protección del PVC ante la acción de los rayos ultravioletas y envejecimiento del PVC, situados en la cabecera de las líneas.
- Juntas especiales de unión entre tubos de tipo AUTOLINEANTES, en PVC con una concentración de TiO₂>2%, para la correcta unión de líneas de aire y su permanente alineación.
- Soportes de sustentación de las parrillas, fabricadas en acero inoxidable AISI 304 y regulables en altura, especialmente diseñados para permitir la dilatación y contracción de la tubería.
- Sistema de purga de la parrilla, en DN 25 incluida la llave de accionamiento manual, para la evacuación del agua de condensación, todo en PVC.
- Bajante en PVC con 2% TiO₂, de 1 m. de longitud medida a partir del fondo del depósito; terminada en brida loca de PVC PN10 s/DIN8063 sin tornillería.

- Lubricante de silicona para impermeabilizar los anillos tóricos integrados en el disco de membrana, así como la llave de apriete de los aros de retención.

Acabado

Según standard del fabricante.

ESPECIFICACION TECNICA PD

EQUIPO : PUENTE DESARENADOR-DESENGRASADOR
SERVICIO : DESARENADO-DESENGRASE

Características

- Marca : DAGA
- Dimensiones : 0,8 x 4,0 m
- Solera tipo : Canal longitudinal
- Recogida flotantes : Tolva metálica

Pasarela

- Tipo : Viga cajón(perfil bajo)
- Anchura exterior / útil : 1,01 / 0,87 m.
- Altura barandilla : 0,94 m
- Tipo de barandilla : Tubular con montantes en pletinas rectangulares
- Piso de la pasarela : Tramex 30 x 30/25 x 2 galvanizado
0,375 m de distancia placa motobomba a coronación muro
- Elementos para maniobra : Detectores inductivos
- Número de detectores : 2

Carro motriz

- Potencia motor de traslación : 0,18 kW – 1.500 r.p.m. 220/380 V
- Tipo de aislamiento : Clase F
- Protección motor : IP55
- Marca motor : Bonfiglioli o similar

- Marca reductor : TECNOTRANS o similar
- Tipo de ruedas : Adecuadas para carril, de 170 mm de diámetro
- Velocidad avance puente : 1,44 m/min
- N° ruedas avance Puente : 4

Conjunto rasqueta de flotantes

- N° rasquetas de flotantes : 1 (doble)
- Longitud rasqueta de flotantes : 1,0 m.
- Accionamiento de elevación : Mecánico

Carril de desplazamiento

- Tipo : Carril ferroviario
- Longitud aproximada : 15,20 m

Tolva vertido de flotantes

- Tipo recogida de flotantes : Emergida
- Anchura : 1,0 m
- Conexión salida : Brida 4’’ DN100
- Disposición taladros brida : Según DIN2576 PN 10

Sistema de alimentación eléctrico

- Tipo : Lateral “Festón”
- Cable eléctrico para fuerza : 1 manguera plana de 4x2,5 mm²
- Cable eléctrico para mando : 1 manguera plana de 8x1,5 mm²
- Accesorios : Guías, carros de arrastre y carros intermedios

Incluido:

- Armario de maniobra para instalar sobre la pasarela del puente desarenador-desengrasador.

Materiales

- Pasarela : Acero inoxidable 14401-EN10088 (AISI-316)
- Barandilla : Acero inoxidable 14401-EN10088 (AISI-316)
- Ruedas : Acero inoxidable 14401-EN10088 (AISI-316)
- Carro motriz : Acero inoxidable 14401-EN10088 (AISI-316)
- Ejes : Acero inoxidable 14401-EN10088 (AISI-316)
- Carriles de desplazamiento : Acero inoxidable 14401-EN10088 (AISI-316)
- Chapa rasqueta y brazos : Acero inoxidable 14401-EN10088 (AISI-316)
- Soportes rasqueta a pasarela : Acero inoxidable 14401-EN10088 (AISI-316)
- Rasqueta flotantes : PVC flexible
- Tolva : Acero inoxidable 14401-EN10088 (AISI-316)
- Tornillería : Acero inoxidable A-4 (AISI-316)

Acabados

- Protección pasarela : Chorreado SA1/2 + Pintura epoxi + Poliuretano (125 micras)
- Protección ruedas : Galvanizado UNE 37501
- Protección grupo motriz : Pintura epoxi + Poliuretano (125 micras)
- Protección inoxidable : Pulido mecánico
- Color acabados : Color azul (Ral 5007)

ESPECIFICACION TECNICA PG1

EQUIPO : PUENTE GRUA
SERVICIO : POZO DE GRUESOS

Estructura metálica

Vigas:

La estructura del puente grua está formada por una sola viga (MONOCARRIL) constituídas por perfiles laminados normalizados o vigas cajón.

La unión de estas vigas con los testeros se realiza mediante tornillos de alta resistencia y se ejecuta con la alineación precisa que requiere el galibo de la nave.

Cada testero va equipado con un motor reductor. El motor es del tipo “jaula de ardilla” y llevan freno incorporado regulable a voluntad.

Incluye:

- Reducción mediante tren de engranajes helicoidales de aceros especiales, cárter estanco en baño de aceite.
- Tambor de tubo de acero semi-duro laminado, montado sobre rodamientos de bolas.
- Eje de transmisiones provisto de dos articulaciones elásticas que aumentan la suavidad del funcionamiento.
- Guía de cable formada por un cursor y un fijador de cable, ambos de material plástico doble.
- Armazón de acero formado por dos placas firmemente unidas mediante tubo y tirante.
- Fin de carrera superior e inferior con reenganche automático.
- Motor de elevación ventilado, con rotor cilíndrico especial para la elevación de cargas.
- Envoltura por tapas desmontables que protegen todos los mecanismos del puente grua.
- Frenos de disco electromagnético, independiente del motor.
- Caja de conexiones completamente estanca.
- Bajera de acero estampado, polea y gancho montado sobre rodamientos a bolas, lengüeta de seguridad, cárters de protección.

Características

- Marca	: VICINAY
- Tipo	: monocarril posado
- Modelo	: C.20.4.N.4/1
- Capacidad	: 2.000 Kg
- Luz entre ejes	: Según presupuestos parciales
- Distancia entre ménsulas de apoyo	: 4.500 m.m.
- Altura máxima de elevación	: 10.000 m.m.
- Velocidad de elevación principal	: 4,5 m/min
- Velocidad de traslación del carro	: 20 m/min
- Velocidad del puente	: 20 m/min
- Accionamiento	: por botonera a 48 V/50 Hz
- Tipo de botonera	: de 6 pulsadores con pulsador de emergencia
- Motores de accionamiento	: eléctricos, trifásicos, rotor en jaula de ardilla
- Potencia del motor de elevación	: 3,0 kW
- Potencia del motor de traslación del carro	: 0,55 kW
- Potencia de los motores del puente	: 2 x 0,25 kW
- Tensión de alimentación	: 220/380 V 50 Hz
- Protección	: IP 55
- Longitud desplazamiento	: 18 m
- Tipo de carril de rodadura	: IPN 300 + cuadradillo de 40 x 30
- Diámetro de las ruedas	: 180 m.m.
- Sistema toma de corriente	: de cortina plana

Equipamiento

- Freno de traslación electromagnético
- Freno de elevación electromagnético
- Final de carrera en el puente grúa (elevación, bajada y traslación)
- Botonera de accionamiento desplazable con el puente grua.
- Instalación eléctrica
- Toma de corriente de cortina plana
- Cuadro eléctrico con las siguientes características:
 - . Cuadro : chapa de acero
 - . Dimensiones : 400 x 400 x 250 mm
 - . Contactores para motores
 - . Relés auxiliares
 - . Arranque progresivo en traslación
 - . Tensión botoneras : 48 V
 - . Tensión de la red : 220/380 V
 - . Toma de corriente por carrete enrollador

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA POL2000

EQUIPO : POLIPASTO ELECTRICO DE 2.000 KG
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : VICINAY o similar
- Modelo : ABK 201-2004 U
- Tipo : polea monocarril
- Capacidad de carga : 2.000 Kg
- Regorrido máximo del gancho : 3 m
- Altura de accionamiento : Según planos
- Diámetro de la cadena : 7 mm
- Potencia motor de elevación : 1,5 kW
- Velocidad de elevación principal : 4 m/min
- Potencia motor de traslación : 0,18 kW
- Velocidad de traslación del carro : 20 m/min
- Tensión de alimentación : III 220/380 V, 50 Hz
- Tensión de mando : 48 V, 50 Hz
- Número de ramales de cadena : 2
- Grupo de trabajo según F.E.M. : M4
- Botonera con seta de emergencia : de 4 botones
- Aislamiento del motor : Clase F
- Pintura de acabado : Epoxi azul.

Incluye:

- Carteres, de engranaje y de volante, de acero.

- Ejes, piñones, nuez y ganchos de acero tratado.
- Cadena de carga de Grado 80
- Freno automático instantáneo.

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA RM

EQUIPO : REJA MANUAL DE GRUESOS
SERVICIO : DESBASTE GRUESOS

Características

- Tipo : Recta estática
- Limpieza : Manual
- Ancho canal : Según presupuestos parciales.
- Altura reja : Según presupuestos parciales
- Luz libre entre barrotes : Según presupuestos parciales
- Tipo de barrotes : Pletina de 14 x 140 m.m.
- Material : Acero inoxidable AISI-316

ESPECIFICACION TECNICA SBIO

EQUIPO : SOPLANTE DE EMBOLOS ROTATIVOS
SERVICIO : TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Características

- Marca : MPR
- Tipo : émbolos rotativos
- Modelo : SEM 2 TR
- Montaje : horizontal sobre bancada
- Fluido : aire
- Caudal de aire : 150/45 Sm³/h
- Temperatura de aspiración : 20°C
- Temperatura de impulsión : 65/71 °C
- Presión de aspiración : 1,013 bar
- Presión diferencial : 0,40 bar
- Velocidad de la soplante : 3.154/1.893 r.p.m.
- Potencia absorbida : 2,88/1,3 kW
- Peso grupo con motor : 133 kg

Accionamiento

- Potencia motor : 4 kW
- Velocidad : 2.895/1.737 r.p.m.
- Potencia ventilador cabina de insonorización: 120 W.

Accesorios del grupo

- Silenciador de impulsión
- Válvula de seguridad
- Válvula de retención
- Filtro silenciador de aspiración
- Manguito elástico de conexión (ISO) y abrazaderas
- Juego soportes antivibratorios
- Bancada común del grupo
- Carcasa de conexión con clapeta antirretorno y brida para válvula de presión.
- Consola para motor
- Transmisión por correas y poleas de protección
- Cabina de insonorización con ventilación forzada.

Acabados

- Según standard del fabricante.

ESPECIFICACION TECNICA SDCL

EQUIPO : SOPLANTE DE CANAL LATERAL
SERVICIO : DESARENADOR-DESENGRASADOR

Características

- Marca : MPR
- Tipo : de canal lateral
- Modelo : CL12/21
- Fluido : aire
- Caudal de aire : 40 Nm³/h
- Temperatura de aspiración : 20°C
- Temperatura de impulsión : 74°C
- Presión diferencial : 3,9 m.c.a.
- Velocidad de la soplante : 2.900 rpm
- Potencia absorbida : 1,54 kW
- Refrigeración : por aire

Accionamiento

- Motor : eléctrico de polos conmutables
- Potencia motor : 2,2 kW
- Velocidad : 2.900 rpm

Accesorios del grupo

- Silenciador de aspiración
- Silenciador de impulsión
- Válvula de seguridad SV8
- Filtro de aspiración

Acabados

- Según estandar del fabricante.

ESPECIFICACION TECNICA SONDT

EQUIPO : SONDA DE TEMPERATURA
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : ABB o similar

Sonda

- Modelo : KT81A510000/TS-04

- Cabeza : Fundición de aluminio s/DIN B

- Elemento sensible : PT-100, 3 hilos

- Protección exterior : Tubo en AISI-316 de Ø=8 mm

- Longitud de inmersión : 150 mm

- Conexión a proceso : ½ " NPT

Convertidor

- Modelo : TS-04 / V11506-1300

- Montaje : En cabeza de sonda

- Rango configurable mediante pulsadores

- Señal de salida : 4-20 mA

- Clasificación eléctrica : Propósitos generales

- Alimentación eléctrica : 24 Vcc

- Configurado : 0-60° C

ESPECIFICACION TECNICA TAMAUT

EQUIPO : TAMIZ DE SÓLIDOS
SERVICIO : TAMIZ AUTONOMO EN ALIVIO BY-PASS

Características

- Marca : ALBOSA
- Tipo : STORMSCREEN
- Modelo : SC3A10064_3
- Caudal máximo hidráulico : 172 l/s
- Luz de paso : 6 mm
- Accionamiento : Autopropulsado por turbina hidráulica

Dimensiones:

-Diámetro del tambor : 400 mm
- Longitud del tamiz : 1,0 m
- Longitud total requerida : 1,2 m

Materiales

- Bastidor : Fundición gris BS 1452 Grado 22/260
- Discos rotativos : Polipropileno reforzado
- Peines extremos : Polipropileno reforzado
- Ejes hexagonales : Acero al cromo molibdeno
- Rodamientos : A bolas

Acabados

Según standard del fabricante.

ESPECIFICACION TECNICA TAMFIN

EQUIPO : TAMIZ DE FINOS
SERVICIO : DESBASTE DE SÓLIDOS FINOS

Tamiz de limpieza tipo escalera con sistema automático de limpieza por movimiento circular de las láminas. El principio de funcionamiento es por formación de manta continua de sólido, capaz de retener partículas menores de 3 mm de separación entre láminas.

Características

- Marca	: ABS
- Tipo	: ROTOSCREEN
- Modelo	: RSM 7 x 30 x 3 mm.
- Material	: AISI 304
- Caudal de tratamiento	: 61 m ³ /h
- Luz	: 3 mm.
- Anchura canal	: 400 mm.
- Ancho efectivo	: 300 mm.
- Altura de descarga	: 640 mm.
- Altura total	: 900 mm.
- Longitud total	: 1.105 mm.
- Peso	: 100 kg
- Forma	: recto inclinado a 45°
- Tipo de filtrado	: láminas filtrantes en forma de escalera
- Tipo de eje	: tubo de acero inoxidable
- Soportes de eje	: planchas dobladas de 5 mm. de espesor.

Accionamiento

- Motor : eléctrico
- Potencia : 0,37 kW
- Tensión/Frecuencia : 380 V/50 Hz
- Velocidad : 1.400 r.p.m.
- Velocidad láminas : 20 r.p.m.
- Movimiento entre láminas : elíptico
- Protección : IP-67
- Aislamiento : clase F

Materiales

- Bastidor : acero inoxidable AISI 304/316 L. Patas y soporte en lámina doblada de 5mm de espesor
- Cubiertas de : acero inoxidable AISI 304/316 L de 1,5 mm espesor.
- Láminas filtrantes : acero inoxidable AISI 304/316 L de 3 mm de espesor.
- Superficies : El bastidor, los soportes y las cubiertas laterales llevan un pulido electrolítico. Los engranajes, cojinetes y discos llevan una imprimación epoxy de 80 µ.

Incluye

- Patas de montaje y caja de conexiones IP67
- Protección contra sobrecarga

ESPECIFICACION TECNICA TOR

EQUIPO : TORNILLO TRANSPORTADOR
SERVICIO : CANALES DE DESBASTE

- Marca : NUTECO.
- Capacidad : 1,5 m³/h.
- Longitud : 4.000 mm.
- Diámetro : 220 mm.
- Moto-reductor : 1,1 kW

Materiales

- Canal exterior : Acero inoxidable AISI-316L espesor 2 mm
- Tapa canal : Acero inoxidable AISI-316 espesor 1,5 mm
- Hélice : Acero St-52
- Pista deslizamiento : Polietileno, 10 mm de espesor
- Boca descarga : Acero inoxidable AISI-316, espesor 2 mm
- Bancada motorreductor : Acero inoxidable AISI-316
- Prensa estopas y testers : Acero inoxidable AISI-316
- 'U' y bridas de empalme : Acero inoxidable AISI-316
- Cuerpo drenaje : Acero inoxidable AISI-316, espesor 2 mm

Acabados

Según estándar del fabricante

ESPECIFICACION TECNICA TRANSPRE

EQUIPO : TRANSMISOR INTELIGENTE DE PRESIÓN PIEZORRESISTIVO
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca SIEMENS o equivalente

- Modelo Sitrans P, serie DS III

Con manejo local mediante botones y LCD incluidos de forma estándar y a distancia mediante protocolo Hart

- Procedimiento de medida: Piezorresistivo.

- Señal de salida: 4 a 20 mA.

- Precisión de medida: Mejor de 0,075 % incluidas la histéresis y la repetibilidad.

- Conexión: A dos hilos.

- Alcance de medida: Ajustable localmente o a distancia dentro del margen de medida.

- Funciones especiales: Incluidas (autodiagnóstico, señal de salida forzada, retenida, programada, temperatura de la célula de medida y de la electrónica, etc).

- Parámetros ajustables localmente: Principio y final del rango de medida, aplicando presión y sin presión; Amortiguación eléctrica; Ajuste del cero; Función como generador de corriente de valor fijo; Corriente de fallo; Bloqueo de los botones y protección de escritura; Tipo de unidad para la indicación local; Característica directa o inversa.
- Temperatura máxima del medio: -40 a +100 °C.
- Material de las placas de características y del Tag: Acero inoxidable.
- Protección ambiental: IP 65.
- Relleno de la célula de medida: Aceite de silicona.
- Limpieza de la célula: Normal.
- Alcances de medida mín y máx.: 0,63 a 63 bar.
- Límite de sobrecarga: 100 bar.
- Dinámica del rango: 1 a 100.
- Material de la membrana y del cuerpo del sensor: Acero inoxidable AISI 316L.
- Tipo y tamaño de la conexión al proceso: Rosca hembra 1/2" NPT.
- Material de la carcasa: Fundición de aluminio baja en cobre con pintura de Epoxy.

- Ejecución: Estándar.
- Protección antiexplosión: Sin, para área segura.
- Alimentación eléctrica: 10,5 a 45 V.c.c.
- Entrada de cables: Pasacables con rosca M20 x 1,5.
- Indicador local: Incluido, digital, con tapa con mirilla.

(-Z=+A01) Plataforma de montaje: Incluida, para tubería de hasta 2" o pared, con abarcones y tornillos.

(-Z=+B13) Roturación de la placa de características: En idioma español.

(-Z=+C11) Certificado de calibración: Incluido, tipo M según DIN ISO 8402.

(-Z=+Y01) Rango de medida ajustado: A especificar.

ESPECIFICACION TECNICA TUBACCA

EQUIPO : TUBERIA DE ACERO ELECTROSOLDADA
SERVICIO : VARIOS

Características

- Diámetro nominal : todas las medidas.
- Tipo de soldadura : por resistencia eléctrica (doble cordón exterior e interior).
- Forma de soldadura : Hasta DN-150: sin soldadura.
DN mayor de 150: longitudinal o helicoidal (según los casos).
- Procedimiento de soldadura : arco sumergido.
- Ejecución : negro o galvanizado según los casos.
- Material : Hasta DN-150: acero St 33 según DIN 17100
DN mayor de 150: chapa de acero al carbono St 37.2
- Fabricación : Hasta DN-150: según DIN 2440
DN mayor de 150: según DIN 1626 Hoja 2
- Espesores de pared : Hasta DN-150: según DIN 2440
DN mayor de 150 y hasta 250: 3 mm.
DN mayor de 250 y hasta 450: 4 mm.
DN mayor de 450 y hasta 700: 5 mm.
DN mayor de 700 y hasta 1200: 6 mm.
- Dimensiones y pesos : Hasta DN-150: según DIN 2440.
De DN mayor de 150: según DIN 2458 con peso dependiente del espesor.

Pruebas

- Prueba de presión con agua a 50 Kg/cm²

Acabados

- Según normas generales o galvanizado según normas UNE 37501/37508

ESPECIFICACION TECNICA TUBFUN

EQUIPO : TUBERIAS DE FUNDICION
SERVICIO : VARIOS

Características

- Diámetro nominal : todas las medidas
- Tipo de fundición : dúctil- grafito esferoidal
- Resistencia a la tracción : 42 Kg/mm²
- Capacidad de alargamiento : mayor de 10% a la rotura
- Contenido de carbono : entre 3,4 y 4,5%
- Carbono libre o grafito : 3,5% en peso
10% en volumen
- Tipo de unión : junta automática flexible de enchufe y campana con anillo elastómero NBR.
- Norma de fabricación : ISO 2531 edición 1.979 cumpliendo las características del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Tuberías para abastecimientos de agua del MOPU.
- Dureza superficial : menor de 230 unidades Brinell
- Tolerancia de espesor : menor de 1.3 + 0,001 DN
- Densidad de la fundición : 7050 Kg/cm³
- Tolerancia en peso : hasta DN 200: + 8
para DN mayor de 200: + 5%
- Espesor : hasta 1 DN 200: 5,8 + 0,003 DN
para DN mayor de 200: 4,5 + 0,003 DN
- Recubrimiento interior : cemento centrifugado con alto contenido de sílico aluminatos.
- Recubrimiento exterior : barniz exento de fenoles.

Pruebas

- Presión hidráulica de prueba : hasta DN 300: 60 Kg/cm²
para DN mayor de 300: 50 Kg/cm²

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA TUBINOX

EQUIPO : TUBERIA DE ACERO INOXIDABLE
SERVICIO : VARIOS

Características generales

- Calidad : AISI-316 L
- Presión nominal : Según servicio
- Uniones : Embridadas, con valona y brida de aluminio soldadas o tuercas, según servicio
- Espesor : milimétrico

Accesorios

Curvas

- Calidad : AISI-316 L
- Dimensiones : DIN-2.605
- Espesores : s/ espesores tubo

Tes y tes reducidas

- Calidad : AISI-316 L
- Dimensiones : DIN-2.615
- Espesores : s/ tubo

Reducciones

- Calidad : AISI-316 L
- Dimensiones : DIN-2.616
- Espesores : s/ tubo

Bridas

- Calidad : Aluminio
- Dimensiones : DIN-2.642
- Presión nominal : PN-10
- Fabricación : s/ DIN-2519

Juntas

- Material : Caucho natural
- Dimensiones : DIN-2.690

Tornillos

- Tipo : Cabeza hexagonal
- Calidad : AISI-304
- Dimensiones : EN-24017
- Suministro : DIN-267

Tuercas

- Tipo : Cabeza hexagonal, rosca métrica
- Calidad : AISI-304
- Dimensiones : EN-24032 y EN 28673

ESPECIFICACION TECNICA TUBPE

EQUIPO : TUBERIAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : Pipelife
- Modelo : PE 100 SDR 26
- Diámetro nominal : todas las medidas
- Medidas y características : según UNE-EN 12201
- Presiones de trabajo : 6,3 atm
- Forma de suministro : bobinas de longitudes variables dependiendo del DN y PN.

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA TUBPP

EQUIPO : TUBERIAS POLIPROPILENO
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : POLYSAN
- Diámetro nominal : todas las medidas

DIMENSIONES (mm)	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)
32 x 2,9	32	2,9
40 x 3,7	40	3,7
50 x 4,6	50	4,6
63 x 5,8	63	5,8
75 x 6,8	75	6,8
90 x 8,2	90	8,2
110 x 10,0	110	10,0
125 x 11,4	125	11,4

- Material : polipropileno
- Características físicas : según normas ISO 1183, ISO 178, ISO 527,
ISO 179/leu, ISO 179/leA.
- Presión nominal : 10 Atm.

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA TUBPVC

EQUIPO : TUBERIAS PVC RIGIDO
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : URALITA
- Diámetro nominal : todas las medidas
- Material : policloruro de vinilo
- Características físicas : según normas UNE 53028 UNE 53118, UNE 53112, UNE 53039
- Características dimensionales : según normas UNE 53112
- Uniones : encoladas o roscadas según los casos, siempre mediante bridas, a partir Ø 80 mm.
- Presiones de trabajo : 10 o 16 Kg/cm² (según los casos).
- Longitud máxima tramos entre bridas : 6 m.

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA VALCOMP

EQUIPO : VALVULAS DE COMPUERTA EMBRIDADAS ACCIONAMIENTO
MANUAL
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : AVK
- Tipo : compuerta de cierre elástico
- Modelo : Serie 26/35
- Diámetro nominal : todas las medidas
- Presión nominal : 16 Kg/cm² según los casos.
- Conexiones : bridas dimensionadas y taladradas según DIN 3202/1
- Accionamiento : manual por volante
- Longitudes de montaje : según DIN 3202 F4

Materiales

- Cuerpo : hierro fundido GGG 25 (hasta 200 mm.)
- Cuerpo : hierro fundido GGG 40 (250/300 mm.)
- Tapa : hierro fundido GGG 25
- Compuerta: : GGG50.
- Recubrimiento elástico : E.P.D.M.
- Revestimiento interior : Cerámico.
- Tornillería : acero inoxidable
- Husillo : acero DIN 1.4021
- Volante : hierro fundido GGG 50 a cuadradillo 30 x 30

Acabados

Según standard del fabricante

ESPECIFICACION TECNICA VALCOMPELEC

EQUIPO : VALVULAS DE COMPUERTA EMBRIDADAS ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : AVK
- Tipo : compuerta de cierre elástico
- Modelo : Serie 15/43
- Diámetro nominal : todas las medidas
- Presión nominal : 16 Kg/cm².
- Conexiones : bridas dimensionadas y taladradas según DIN 3201/1
- Accionamiento : eléctrico DREHMO
- Longitudes de montaje : según DIN 3202 F4

Materiales

- Cuerpo : hierro fundido GGG 25 (hasta 200 mm.)
- Cuerpo : hierro fundido GGG 40 (250/300 mm.)
- Tapa : hierro fundido GGG 25
- Compuerta: : GGG50.
- Recubrimiento elástico : E.P.D.M.
- Revestimiento interior : Cerámico.
- Tornillería : acero inoxidable
- Husillo : acero DIN 1.4021
- Volante : hierro fundido GGG 50 a cuadradillo 30 x 30

Acabados

Según standard del fabricante

ESPECIFICACION TECNICA VALMARMA

EQUIPO : VALVULAS DE MARIPOSA ACCIONAMIENTO MANUAL
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : AVK
- Tipo : mariposa
- Modelo : 75/40
- Diámetro nominal : todas las medidas
- Presión nominal : PN 10
- Cierre : estanco
- Montaje : vertical u horizontal
- Accionamiento
 - Hasta DN 100 : manual por palanca
 - De DN mayor de 100 : manual por volante y desmultiplicador
- Tipo de desmultiplicador
 - Hasta DN 200 : reductor planetario
 - De DN mayor de 200 : reductor tornillo sin-fín
- Indicador mecánico de posición

Materiales

- Cuerpo : hierro fundido (DIN GGG-25)
- Mariposa : bronce o acero inoxidable AISI-316-L
- Ejes : acero inoxidable AISI 304, en posición horizontal y centrado.
- Envolverte total interior del cuerpo : E.P.D.M. (caucho etileno-propileno)
- Volante de accionamiento : fundición gris
- Tapa : metacrilato o aluminio
- Junta tórica de accionamiento : nitrilo

- Revestimiento
 - DN 150 a 900 : interior y exterior, recubrimiento electrostático con plástico a base de resina epóxida (EKB).
 - DN 1.000 a 1.800 : interior y exterior, dos capas de laca bicomponente a base de poliamino-amidas epoxídicas.

Acabados

- Según normas generales

ESPECIFICACION TECNICA VALMARMO

EQUIPO : VALVULA REGULADORA DE AIRE CON ACTUADOR ELECTRICO
SERVICIO : VARIOS

Características

- Marca : AVK
- Tipo : Mariposa. Gold Wafer
- Modelo : 756-D ó 75/40
- Diámetro nominal : Según presupuestos
- Presión nominal : PN 16 ó PN-10
- Presión máxima de estanqueidad : 3 bar
- Cierre : estanco
- Montaje : vertical u horizontal
- Tipo de actuador : SA (R) 07/GS 125.2/VZ4

Materiales

- Cuerpo : acero fundido (DIN GGG-40 ó DIN GGG-25)
- Mariposa : acero fundido (DIN GGG-40 ó DIN GGG-25)
- Ejes : acero inoxidable AISI 431 ó AISI 304
- Envolverte total interior del cuerpo : E.P.D.M.
- Volante de accionamiento de emergencia : fundición gris
- Tapa : metacrilato o aluminio

Actuador eléctrico de regulación “Auma” trifásico 380 V/50 Hz, con protección térmica contactor final de carrera, limitador de par eléctrico, resistencia de caldeo, protección IP-67, transmisor de posición RWG. Señal de 4-20 mA.

- Junta tórica de accionamiento : nitrilo

- Revestimiento : interior y exterior recubrimiento electrostático con plástico a base de resina epoxi (EKB).

Accionamiento

- Actuador eléctrico marca DREHMO
- Señalización externa de posición
- Accionamiento manual de socorro tipo volante
- Contactos finales de carrera montados en caja estanca, protección IP-67
- Electroválvula diámetro 1/4", de 5 vías, dos posiciones, un solenoide, protección bobina IP-65

Pruebas

- Prueba del 25% de las unidades y certificados de material.

Acabados

- Según normas generales.

ESPECIFICACION TECNICA VALREBO

EQUIPO : VALVULA DE RETENCION A BOLA
SERVICIO : VARIOS

- Marca : AVK
- Modelo : Serie 53/35
- Tipo : Bola
- Diámetro : Todas las medidas
- Conexión : Roscadas o embridadas s/diámetro
- Presión de trabajo : 10 Kg/cm²

Materiales

- Cuerpo y tapa : Fundición nodular con recubrimiento epoxi.
- Bola : Resina fenólica en diámetros pequeños, y aluminio recubierto de caucho-nitrilo ó GGG-40. DN≥300. Fundición nodular.
- Junta de asiento : Nitrilo
- Tornillos : Acero inoxidable.

Acabado

Según standard del fabricante.

ESPECIFICACION TECNICA VARFRE

EQUIPO : VARIADOR DE FRECUENCIA
SERVICIO : VARIOS.

- Marca : SCHNEIDER
- Modelo : Según p. parciales
- Potencia : Según p. parciales.
- Alimentación : 3 x (380...480 V \pm 10%)
- Frecuencia : 48 a 63 Hz
- Factor de Potencia fund (cos ϕ) : 0,97 (a carga nominal)
- Tensión de salida: : 0 a U₁, trifásica simétrica
- Frecuencia de salida: : ajustable de 0 a 300 Hz
- Resolución de frecuencia : 0,01 Hz
- Rendimiento : Aprox. El 97% al nivel de pot. Nominal
- Frecuencia media de conmutación: : 3 KHz
- Tiempo de aceleración y deceleración : 0 a 1000 s
- Temperatura ambiente funcionando : 0 a 40° C
- Humedad relativa funcionando : 5 al 95%, sin condensación
- Niv. Contaminación gases químicos : IEC 721-3-3, Clase 3C2
- Niv. Contaminación partículas sólidas : IEC 721-3-3, Clase 3S2
- Altura emplazamiento instalación : 0-1000 m
- Vibración emplazamiento máxima : 0,3 m-m- (2-9 Hz), 1 m/s² (9-200 Hz)
senoidal (IEC 68-2-6)
- Refrigeración : ventilador interno

- Protección : IP21 (IP54 opcional)
- Normas de aplicación : IEC 664, VDE 0160, IEC 439-1, VDE 0110
Requisitos de inmunidad EMC EN50082-2
Métodos de ensayo según normas:
IEC 1000-4-2, IEC 1000-4-4
ENV 50410, ENV 50142

ESPECIFICACION TECNICA VENT1

EQUIPO : VENTILADOR EXTRACTOR HELICOIDAL
SERVICIO : VARIOS

- Marca : SODECA
- Modelo : HC-45-4T/L
- Caudal máximo : 5.300 Nm³/h
- Potencia motor : 0,25 kW
- Velocidad motor : 1.450 r.p.m.
- Nivel sonoro : 64 dB (A)

Materiales

- Aro soporte : chapa de hierro
- Hélice : chapa de hierro

Incluye:

- Obturador tipo persiana.
- Rejilla de protección.

Acabado

Según standard del fabricante.

TABLA E-1
SISTEMAS DE PINTURAS ESPECIFICADOS

SISTEMA	CONDICIONES DE AMBIENTE Y ALMACENAMIENTO	Preparación superficial s/SIS 055900	IMPRIMACION (Nota 3)		ACABADO	
			Tipo	Nº manos x espesor (μ m)	Tipo	Nº manos x espesor (μ m)
1	<ul style="list-style-type: none"> • Interiores o exteriores a los edificios con ambiente no agresivo • Temperatura máxima 65°C para instalación intemperie, 80°C para instalación inferior 	Sa.2 (para instalación interior) Sa -2 1/2 (para instalación intemperie)	Cromato de Zinc alcídico	2 x 40	Esmalte alcídico	2 x 40
2	<ul style="list-style-type: none"> • Interior o exterior a edificios con ambiente de gran humedad o ligera agresividad • Temperatura máxima 65°C • Almacenamiento a la intemperie con sólo imprimación hasta 3 meses 	Sa-2 ½	Cromato de Zinc clorocaucho	2 x 40	Esmalte clorocaucho	2 x 40
3	<ul style="list-style-type: none"> • Interior edificios con productos químicos • Temperatura máxima 100°C • Almacenamiento intemperie con sólo imprimación hasta 3 meses 	Sa- 2 ½	Cromato de Zinc Epoxi	2 x 40	Esmalte Epoxi	2 x 40

TABLA E-1
SISTEMAS DE PINTURAS ESPECIFICADOS

SISTEMA	CONDICIONES DE AMBIENTE Y ALMACENAMIENTO	Preparación superficial s/SIS 055900	IMPRIMACION (Nota 3)		ACABADO	
			Tipo	Nº manos x espesor (μ m)	Tipo	Nº manos x espesor (μ m)
4	<ul style="list-style-type: none"> Superficie con aislamiento térmico según se indica en especificación. Superficie sin aislamiento térmico con las condiciones de expos de los sistemas 2,3,5,6,7,8,9 y 10 que haya que soldar, una vez soldado debe aplicarse el sistema adecuado: la imprimación con 20μ m menos y el acabado completo. (Sistema opcional a dejar una franja sin pintar). Temperatura hasta 400°C 	Sa-2 1/2	Silicato inorgánico de Zinc	1 x 20		
5	<ul style="list-style-type: none"> Ambientes de gran humedad Temperatura máxima 65°C Almacenamiento intemperie con sólo la imprimación, 2 años (ver nota 1) 	Sa-2 1/2	Silicato inorgánico de Zinc	1 x 75	Esmalte Cloro-caucho	2 x 40
6	<ul style="list-style-type: none"> Ambiente de gran humedad y/o agresividad de productos químicos, ácidos o álcalis. Temperatura máxima 100°C Almacenamiento intemperie con sólo la imprimación 2 años 	Sa-2 1/2	Silicato inorgánico de Zinc	1 x 75	Esmalte Epoxi	2 x 40

TABLA E-1
SISTEMAS DE PINTURAS ESPECIFICADOS

SISTEMA	CONDICIONES DE AMBIENTE Y ALMACENAMIENTO	Preparación superficial s/SIS 055900	IMPRIMACION (Nota 3)		ACABADO	
			Tipo	Nº manos x espesor (μ m)	Tipo	Nº manos x espesor (μ m)
7	<ul style="list-style-type: none"> • Superficies sumergidas en agua bruta. • Superficies enterradas. • Temperatura máxima en inmersión 50°C. • Almacenamiento intemperie hasta 3 meses. 	Sa-2 1/2			Alquitrán Epoxi	≥ 350
8	<ul style="list-style-type: none"> • Igual al sistema 7, salvo que se requiera almacenamiento a la intemperie montaje pesado y/o soldaduras. Estas operaciones se realizarán únicamente con la imprimación, aplicando a continuación el acabado. 	Sa-2 1/2	Silicato inorgánico de Zinc	1 x 75	Aluminio Ferrólico	≥ 350
9	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura entre 80°C y 200°C que no lleven aislamiento. 	Sa-2 1/2			Aluminio Ferrólico	2 x 25
10	<ul style="list-style-type: none"> • El acabado es opcional. Se utilizará sólo de 200°C a 400°C, si estéticamente se requiere y no existe posibilidad de ambiente químicamente muy agresivo (válido para intemperie). • Temperatura hasta 400°C. Superficies que no lleven aislamiento y requieran resistencia a la intemperie y/o haya requerimiento de montaje pesado antes del acabado final. 	Sa-2 1/2	Silicato inorgánico de Zinc	1 x 75	Aluminio Silicona	2 x 25
11	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura entre 200°C y 600°C en continuo, sin aislamiento. • Superficies no sometidas a ambientes químicamente agresivos. 	Sa-2 1/2			Aluminio sílico	2 x 25

TABLA E-1 SISTEMAS DE PINTURAS ESPECIFICADOS						
SISTEMA	CONDICIONES DE AMBIENTE Y ALMACENAMIENTO	Preparación superficial s/SIS 055900	IMPRIMACION (Nota 3)		ACABADO	
			Tipo	Nº manos x espesor (µ m)	Tipo	Nº manos x espesor (µ m)
12	<ul style="list-style-type: none"> Para agua potable se requiere certificado de no toxicidad del fabricante de la pintura. Interiores de depósitos de almacenamiento de sosa, o de agua tratada (no se recomienda para agua desmineralizada y/o condensado. Ver nota 2). 	Sa-2 1/2			Esmalte Epoxi sin disolvente o Epoxi especialmente formulado por el fabricante para este servicio.	≥ 250
13	<ul style="list-style-type: none"> Interiores (como mínimo: techo, fondo 1ª y la última virola) de tanques de almacenamiento de productos petrolíferos. 	Sa-2 1/2	Cromato de Zinc Epoxi (o sistema especialmente formulado por el fabricante para este servicio).	2 x 40	Esmalte Epoxi	2 x 40

TABLA E-2
SISTEMAS DE PINTURAS COMERCIALES

E 2.1. CARBOLINE IBERICA S.A.

SISTEMA	PREPARACION SUPERFICIAL s/SIS 055900	IMPRIMACION		ACABADO	
		Tipo	Nº manos x espesor (µ m)	Tipo	Nº manos x espesor (µ m)
1	Sa-2	CARBOKROM ST	2 x 40	CARBOALCID	2 x 40
2	Sa-2 1/2		2 x 40	CARBOLINE	2 x 40
3	Sa-2 1/2	CARBOLINE EPOXI 18	2 x 40	CARBOLINE 191 HB, CARB.190	1 x 100
4	Sa-2 1/2	CARBOWELD 11	1 x 20		
5	Sa-2 1/2	CARBOZINC 11	1 x 75	1º CARBOLINE 3630 PRIMER 2º CARBOLINE 3630 FINISH	1 x 30 + 1 x 40
6	Sa-2 1/2	CARBOZINC 11	1 x 75	CARB OLINE 191 HB/190	1 x 40
7	Sa-2 1/2			CARBOMASTIC 14	2 x 180
8	Sa-2 1/2	CARBOZINC 11	1 x 75	CARBOMASTIC 14	2 x 180
9	Sa-2 1/2			CARBOMETAL (o fenólico)	2 x 25
10	Sa-2 1/2	CARBOZINC 11	1 x 75	CARBOLINE 4674	2 x 30
11	Sa-2 1/2			CARBOLINE 4674	2 x 30
12	Sa-2 1/2	PHENOLINE 373 PRIMER	1 x 25	PHENOLINE 373 FINISH	1 x 125
13	Sa-2 1/2	CARBOLINE 187 PRIMER	1 x 100	CARBOLINE 187 FINISH	1 x 100

TABLA E-2
SISTEMAS DE PINTURAS COMERCIALES

E 2.2 AMERCOAT ESPAÑA S.A..

SISTEMA	PREPARACION SUPERFICIAL s/SIS 055900	IMPRIMACION		ACABADO	
		Tipo	Nº manos x espesor (µ m)	Tipo	Nº manos x espesor (µ m)
1	Sa-2 (interior) Sa-2 ½ (intemperie)	AMERCOAT 5184 ó 5102	2 x 40	AMERCOAT 52	2 x 40
2					
3	Sa-2 1/2	AMERCOAT 71 ZC	2 x 40	AMERCOAT 72	1 x 80
4	Sa-2 1/2	DIMETCOTE SP 2	1 x 20		
5	Sa-2 1/2	DIMETCOTE 6	1 x 65	AMERCOAT 515	1 x 100
6	Sa-2 1/2	DIMETCOTE 6	1 x 65	1º AMERCOAT 71 + 2º AMERCOAT 72	1 x 50 + 1 x 50
7	Sa-2 1/2			AMERCOAT 78	2 x 180
8	Sa-2 1/2	DIMETCOTE 6	1 x 65	AMERCOAT 78	2 x 180
9	Sa-2 1/2				
10	Sa-2 1/2	DIMETCOTE 6 (hasta 325°C)	1 x 65	AMERCOAT 878 (PEND)	2 x 25
11	Sa-2 1/2			AMERCOAT 878 (PEND)	2 x 25
12	Sa-2 1/2			AMERCOAT 90	2 x 125
13	Sa-2 1/2	AMERCOAT 71	2 x 40	AMERCOAT 66	1 x 100

TABLA E-2
SISTEMAS DE PINTURAS COMERCIALES

E 2.3 PINTURAS MARINAS HEMPEL, S.A.

SISTEMA	PREPARACION SUPERFICIAL s/SIS 055900	IMPRIMACION		ACABADO	
		Tipo	Nº manos x espesor (µ m)	Tipo	Nº manos x espesor (µ m)
1	Sa-2	HEMPALIN PRIMER 1205	2 x 40	HEMPEL'S SILVIUM "A" 5157 (color aluminio) HEMPALIN ENAMEL 5214 (resto colores)	2 x 3 2 x 30
2		HEMPATEX PRIMER 1633	2 x 35	HEMPATEX ENAMEL 5636	2 x 40
3	Sa-2 1/2	HEMPADUR PRIMER 1530	2 x 40	HEMPADUR ENAMEL 5534	2 x 40
4	Sa-2 1/2	HEMPEL'S GALVOSIL 1575	1 x 20		
5	Sa-2 1/2	HEMPEL'S GALVOSIL 1570	1 x 75	HEMPATEX ENAMEL 5636	2 x 30
6	Sa-2 1/2	HEMPEL'S GALVOSIL 1570	1 x 75	1º HEMPADUR 1540 + 2º HEMPADUR ENAMEL 5534	1 x 30 + 1 x 50
7	Sa-2 1/2			HEMPADUR 1513	3 x 125
8	Sa-2 1/2	HEMPEL'S GALVOSIL 1570	1 x 75	HEMPADUR 1513	3 x 125
9	Sa-2 1/2			HEMPEL'S SILVIUM "A"	3 x 25
10	Sa-2 1/2	HEMPEL'S GALVOSIL 1570	1 x 75	HEMPALIN SILIC.ALUM. 5372	2 x 25
11	Sa-2 1/2			HEMPALIN SILIC.ALUM. 5372	3 x 25
12	Sa-2 1/2			HEMPADUR 1540	3 x 75
13	Sa-2 1/2	HEMPADUR PRIMER 1530	2 x 40	HEMPADUR ENAMEL 5534	2 x 40

TABLA E-2
SISTEMAS DE PINTURAS COMERCIALES

E 2.4 GLASURIT, S.A.

SISTEMA	PREPARACION SUPERFICIAL s/SIS 055900	IMPRIMACION		ACABADO	
		Tipo	Nº manos x espesor (µ m)	Tipo	Nº manos x espesor (µ m)
1	Sa-2 (interior) Sa-2 ½ (intemperie)	GOLETA-6 GE	2 x 40	GOLETA-1 S	2 x 40
2	Sa-2 1/2	GOLETA-PRENE RED LEAD 12 W	2 x 35	GLASURIT S-134	2 x 35
3	Sa-2 1/2	GOLETA FIX PRIMER 12 G	2 x 40	GOLETA-28 F	2 x 40
4	Sa-2 1/2				
5	Sa-2 1/2	GOLETA-SILONN 12 K	1 x 75	GLASURIT S-134	2 x 35
6	Sa-2 1/2	GOLETA-SILONN 12 K	1 x 75	GOLETA-28 F	2 x 40
7	Sa-2 1/2			GOLETA FIXTAR 12 BE	3 x 125
8	Sa-2 1/2	GOLETA SILONN 12 K	1 x 75	GOLETA FIXTAR 12 BE	3 x 125
9	Sa-2 1/2			GOLETA SUPERALUMINIUM S-126	3 x 15
10	Sa-2 1/2	GOLETA SILONN 12 K	1 x 75	GLASURIT 827/1	2 x 15
11	Sa-2 1/2			GLASURIT 827/1	3 x 15
12	Sa-2 1/2			GOLETA-28 B	2 x 250
13	Sa-2 1/2			GOLETA FIXTAR TC	2 x 125

TABLA E-2
SISTEMAS DE PINTURAS COMERCIALES

E 2.5 INDUSTRIAS QUIMICAS PROCOLOR, S.A.

SISTEMA	PREPARACION SUPERFICIAL s/SIS 055900	IMPRIMACION		ACABADO	
		Tipo	Nº manos x espesor (µ m)	Tipo	Nº manos x espesor (µ m)
1	Sa-2 (interior) Sa-2 ½ (intemperie)	IMP.SINT.SC B90 y SP20	2 x 40	ESMALTE SINT.BRILL.SC B90	2 x 40
2	Sa-2 1/2	IMP.CLOROC.B97 y SP20	2 x 40	CLOROC.BRILL.ACAB.B97	2 x 40
3	Sa-2 1/2	IMPR.EPOXI B94 y SP20	2 x 40	ESMALTE EPOXI B94	2 x 40
4					
5	Sa-2 1/2	PROCOSIL Z-77 E41 A SP12	1 x 70	CLOROC.BRILL.ACABADO B97	2 x 35
6	Sa-2 1/2	PROCOSIL Z-77 E41 A SP 12	1 x 70	ESMALTE EPOXI B94	2 x 40
7	Sa-2 1/2			RECUB.ALQ.EPOXI B69 BSP22	2 x 180
8	Sa-2 1/2	PROCOSIL Z-77 E41 A SP12	1 x 70	RECUB.ALQ.EPOXI B69 BSP22	2 x 180
9	Sa-2 1/2			ALUMINIO INTEMP.B91 SSP10	2 x 25
10	Sa-2 1/2	PROCOSIL Z-77 E41 A SP12	1 x 70	ALUMINIO RESISTENCIA AL CALOR B59 SSP67	2 x 20
11	Sa-2 1/2			ALUM. RESIST AL CALOR B59 SSP67	3 x 20
12	Sa-2 1/2			EPOXI ROJO S/DISOL. B69 RSP30 PARA TANQUES AGUA POTABLE B61 BSP12	1 x 300 3 x 40
13	Sa-2 1/2	PETROLEUM RESISTENCIA CV-12 B69 BSP 23	3 x 35		

TABLA E-2
SISTEMAS DE PINTURAS COMERCIALES

E 2.6 JAPAIN, S.A.

SISTEMA	PREPARACION SUPERFICIAL s/SIS 055900	IMPRIMACION		ACABADO	
		Tipo	Nº manos x espesor (µ m)	Tipo	Nº manos x espesor (µ m)
1	Sa-2 (interior) Sa-2 ½ (intemperie)	200 NC JAPAIN-INOX/SUPER (Minio de plomo)	2 x 40	501 AC JAPAIN-LAC	2 x 40
2	Sa-2 1/2	200 NH JAPAIN-INOX/RUBBER	2 x 40	501 NH JAPAIN-RUBBER	2 x 40
3					
4	Sa-2 1/2	JAPASIL-2	2 x 20		
5	Sa-2 1/2	JAPASIL-1	1 x 75	501 NH JAPAIN-RUBBER	2 x 35

PRESUPUESTOS

1. INTRODUCCIÓN..... 2

1.1. METODOLOGÍA:..... 2

1.2. VALORACIÓN DE EQUIPOS A INSTALAR. 3

2. MEDICIONES..... 6

3. PRESUPUESTOS PARCIALES. 7

4. RESUMEN DE CAPÍTULOS 8

5. RESUMEN DE PRESUPUESTOS..... 9

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los asuntos importantes que más tiempo requiere son las mediciones y la valoración de los costos del proyecto.

En este apartado se va a exponer la estimación económica de las instalaciones diseñadas en el proyecto.

Para la elaboración de las mediciones y el presupuesto se ha utilizado el programa “**PRESTO**”. Este programa informático sirve para realizar presupuestos, cuadros de precios, catálogos y obras de construcción, incluyendo de forma integrada la gestión de mediciones, precios, seguridad y salud, calidad, planificación, compras y control de costes.

1.1. METODOLOGÍA:

Los Precios unitarios utilizados deben de estar contrastados (sobre todo los que tengan un peso importante en el presupuesto), de forma que se aproximen lo más posible a los precios de mercado. Para acercarnos a este objetivo podemos tomar como guía lo siguiente:

- Para los precios de Obra civil .Se podrá utilizar, por este orden, la siguiente información:
 - Precios de ofertas para la obra en cuestión.
 - Precios de contratos en obras similares y geográficamente cercanas) o consultados en los contratos o al personal de construcción de obras en ejecución.
 - Precios de la base de datos de costes utilizada para la elaboración de los costes de concurso.
- Para los precios de Equipos, su valoración ha de incluir dos conceptos, una que será el costo del suministro de los equipos en cuestión y otro que será el costo del montaje, transporte, etc. de los mismos. Los precios unitarios se podrían obtener de:
 - Precios de ofertas para la obra en cuestión.
 - Precios de pedidos de equipos similares próximos en el tiempo.
 - Precios de la base de datos de costes utilizada para la elaboración de los costes de concurso.
 - Precios de contratos de montaje de obras similares.
- Instalaciones Eléctricas, Automatismos y Control. Una vez claros los equipos a instalar y las especificaciones de las instalaciones. Los datos de los que dispone serán:
 - Precios de ofertas para la obra en cuestión.
 - Precios de pedidos de equipos similares próximos en el tiempo.
 - Precios de contratos de obras similares.

Dado que este proyecto se centra en el diseño mecánico de la E.D.A.R la valoración que se detalla en este documento se refiere únicamente a los equipos de depuración.

1.2. VALORACIÓN DE EQUIPOS A INSTALAR.

Establecidas las especificaciones de los equipos a instalar, y teniendo en cuenta la metodología de valoración expuesta, se ha solicitado presupuesto para los equipos relevantes y que suponen el peso económico más importante dentro de la valoración.

Los criterios de selección de las empresas colaboradoras han sido, principalmente y en el orden marcado, los siguientes:

- Selección de aquellas empresas que posean los productos necesarios y que cumplan con las características marcadas en el Pliego de Prescripciones.
- Selección de las empresas que posean productos de calidad adecuada, contrastados por la experiencia.
- Selección de empresas lo más cercanas posible a las obras.

Todos los suministradores son evaluados en base a los criterios certificados por AENOR y forman parte de la base de datos de suministradores que se mantiene en todo momento actualizada.

A continuación se detallan las especificaciones de los equipos relevantes y los suministradores propuestos:

EQUIPO	FABRICANTE/ SUMINISTRADOR	MODELO	Nº UNIDADES	CARACTERÍSTICAS
ACELERADORES DE CORRIENTE	ABS	RW 3021-A15/6-EC-D01-1-BC	2	Sumergibles de 1,5 kW. (1 Ud. por balsa).
BOMBAS DE AGUA BRUTA	EGGER	T31-50 HF4 LB2	3+1	Caudal: 15 m³/h. Con variador de frecuencia (1 Ud.). Sumergibles
BOMBAS EXTRACCIÓN DE ARENAS	TURO	TV 41-50 SO8 LB3-2 “SP”	1	Caudal: 1,5 m³/h.
BOMBAS DE FANGOS EN EXCESO	ABS	AS 0630-S 22/4	1+1	Caudal: 5 m³/h. Sumergible.
BOMBAS DE FLOTANTES DECANTACIÓN SECUNDARIA	ABS	AS 0630-S 22/4	1+1	Caudal : 4 m³/h. Sumergible
BOMBAS DE RECIRCULACIÓN EXTERNA	ABS	AS 0630-S 13/4	2+1	Sumergibles de 11 m³/h. Con variador de frecuencia (2 Ud.)
BOMBEO CLORURO FÉRRICO	TIMSA	E00.0250 PP 10 FPG	2+1	Dosificadora de membrana de 0-25 l/h, con variador de frecuencia (3 Ud.)
BOMBEO DE FANGOS A CAMIÓN	ALBOSA	C1KC11RM	1	Caudal: 5 m³/h.
BOMBEO VACIADOS TANQUE DE TORMENTAS	ABS	AS 0630-S 22/4	1+1	Caudal: 5 m³/h. Sumergible.
CLASIFICADOR DE ARENAS	DAGA	MR37T-035	1	Caudal de tratamiento 25 m³/h. Máximo hidráulico: 50 m³/h.
COMPRESOR AIRE DE SERVICIOS	COMPAIR	PROpack 320/100 PM	1	Caudal de aire: 19,2 Nm³/h.
COMPUERTAS	DAGA	VARIOS	4	Manuales o motorizadas en AISI-316
CUCHARA BIVALVA	GALMEN	-----	1	Capacidad 50 l.
DECANTADORES SECUNDARIOS	DAGA	-----	2	Circulares de rasquetas de 7 m en Galvanizado.
DEPÓSITO ALMACENAMIENTO CLORURO FÉRRICO	TECNIUM	-----	1	Vertical de 1.000 l.
DESODORIZACIÓN	TECNIUM	-----	1	Carbón activo. Caudal: 6.500 m³/h.
ESPEADOR DE GRAVEDAD	DAGA	MR21N-0400	1	Circular de 4 m de diámetro, en AISI-304.

EQUIPO	FABRICANTE/ SUMINISTRADOR	MODELO	Nº UNIDADES	CARACTERÍSTICAS
GRUPO DE PRESIÓN AGUA DE SERVICIOS	IDEAL	-----	1	2 Bombas verticales de 9 m³/h y un calderín de membrana de 100 l.
LAMELAS	ECOTEC	FS 41.50	1	1 zona de decantación. Dim. zona lamelar: 2,8 x 2,15 m.
PARRILLAS DE DIFUSORES	SANITAIRE	-----	2	Circulares de membrana de 9". 1 parrilla con 28 difusores /parrilla (1 Ud. por línea)
POLIPASTO SALA SOPLANTES	VICINAY	ABK 201-2004 U	1	Eléctrico monorrail de 2.000 kg.
PUENTE GRÚA MONOCARRIL	VICINAY	-----	1	Capacidad: 2.000 kg.
PUENTE DESARENADOR-DESENGRASADOR	DAGA	-----	1	AISI-316. Dimensiones: 0,8 x 4 m.
REJA MANUAL DE GRUESOS EN POZO	DAGA	-----	1	AISI-316. Paso 50 mm.
SEPARADOR DE GRASAS	DAGA	MR08D	1	Caudal 35 m³/h.
SOPLANTES BIOLÓGICO	MPR	SEM 2 TR	2+1	Caudal 150/45 m³/h. Con variador de frecuencia (2 Ud.)
SOPLANTES DESARENADO	MPR	CL12/21	2	Caudal 65 m³/h.
TAMIZ AUTÓNOMO EN ALIVIO BY-PASS	ALBOSA	STORMSCREEN SC3A100064	1	AISI-316. Caudal: 63 m³/h. Paso: 6 mm.
TAMIZ DE FINOS TIPO ESCALERA	ABS	ROTOSCREEN RSM 7x30x3	2	AISI-304. Caudal: 61 m³/h. Paso: 3 mm.
TORNILLO RANSORTADOR DE RESIDUOS	NUTECO	-----	1	AISI-316. Capacidad: 1,5 m³/h.
VARIADORES DE FRECUENCIA	SCHNEIDER	-----	8	Varios (1 Ud de 1,1 kW + 2 Uds de 4 Kw + 3 Uds de 0,37 kW + 2 Ud de 1,5 kW.....)
VENTILADORES	SODECA	VARIOS		Extractor helicoidal (1 de 5.300 m³/h +

2. MEDICIONES.

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

CAPÍTULO 01 OBRA DE LLEGADA Y POZO DE GRUESOS

SUBCAPÍTULO 01.01 OBRA DE LLEGADA

01.01.01 Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-400.

Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-400.

Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.

Llegada colector 1 1,00

Alivio y by-pass 1 1,00

Entrada pozo de gruesos 1 1,00

3,00

01.01.02 Ud Comp. mural manual. Dim: 0,40 x 0,40 m. AISI-316.

Compuerta mural de accionamiento manual. Marca: DAGA o similar. Dimensiones: 0,4 x 0,4 m. Al-

tura de agua: 2,2 m. Altura de accionamiento: 3,4 m. Material: acero inoxidable AISI-316. Según

E.T. C.

Aislamiento EDAR 1 1,00

1,00

SUBCAPÍTULO 01.02 POZO DE GRUESOS

01.02.01 MI Carril tipo ferroviario

Carril tipo ferroviario en acero al carbono. Según E.T. CARRFER.

Protección contenedor 8 3,00 24,00

24,00

01.02.02 Ud Reja man. Anch.: 1,5 m. Paso: 50 mm. AISI-316

Reja manual de gruesos. Marca: DAGA o similar. Tipo: recta inclinada. Anchura: 1,0 m. Paso: 50

mm. Altura: 1,00 m. Material: acero inoxidable AISI-316. Según E.T. RM.

1,00

01.02.03 Ud Puente grúa monocarril. Capacidad: 2.000 kg.

Puente grúa monocarril. Marca: VICINAY o similar. Capacidad: 2.000 kg. Luz entre ejes: 12 m.

Potencia motor elevación: 3,0 kW. Potencia motor de traslación: 0,55 kW. Potencia motores puente:

2 x 0,25 kW. Según E.T. PG1

1,00

01.02.04 MI Carril de rodadura tipo IPN-260 en acero A410b.

Carril de rodadura tipo IPN-260 en acero A410b.

Puente grúa 2 18,00 36,00

36,00

01.02.05 Ud Cuchara Bivalva 50 litros

Cuchara bivalva electrohidraulica anfibia, para una capacidad de 50 litros. Marca: GALMEN. Equi-

pada con 2 valvas de acero con orificios de escurrido, motor de 0,5 CV/1500 rpm/220-380 V./50

Hz/IP55/Clase F. Bomba hidraulica de alta presión, 2 cilindros de doble efecto, presión de trabajo 60

Kg/cm2. Tiempo de cierre 4 segundos, tiempo de apertura 3 segundos, peso 335 Kgs. Según E.T.

CUCHA50

1,00

01.02.06 Ud Soporte cuchara

Soporte construido a base de perfiles laminados de acero al carbono A42b galvanizado en cliente,

para apoyo y escurrido de la cuchara. Longitud: 1,0 m. Anchura: 0,6 m.

1,00

01.02.07 Ud Contenedor abierto de 6 m³.

Contenedor de residuos normalizado abierto, construido en chapa de acero laminado A 410 b con

perfiles de refuerzo y cuatro enganches de carga y volteo. Capacidad: 6 m³. Según E.T. CONTEN.

1,00

01.02.08 MI Carril tipo ferroviario

Carril tipo ferroviario en acero al carbono. Según E.T. CARRFER.

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

01.02.09	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.					24,00
----------	--	--	--	--	--	-------

100,00

SUBCAPÍTULO 01.03 ALIVIO Y BY-PASS

01.03.01	MI Deflector AISI-316 : 400 mm. x 4 mm. Deflector de acero inoxidable AISI-316 de 400 mm. de altura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DE-FLEC. Alivio y by-pass	1	1,50			1,50
----------	---	---	------	--	--	------

1,50

01.03.02	Ud Tamiz Stormscreen, 1 m long. y 6 mm de paso. Tamiz autónomo en aliviadero. Marca: ALBOSA o similar. Gama: Stormscreen. Modelo: SC3A100064. 3. Longitud: 1 m. Luz de paso: 6 mm. Diámetro del tambor: 400 mm. Caudal máximo de trabajo: 226 m3/h. Caudal máximo hidráulico: 619 m3/h. Según E.T. TAMAUT.					
----------	--	--	--	--	--	--

1,00

01.03.03	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.					
----------	--	--	--	--	--	--

50,00

CAPÍTULO 02 BOMBEO DE AGUA BRUTA

02.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-100. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-100. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.					
-------	--	--	--	--	--	--

4,00

02.02	Ud Válvula de compuerta manual DN-100 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-100. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP					
-------	---	--	--	--	--	--

4,00

02.03	Ud Carrete de desmontaje DN-100. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-100. PN-10 Según E.T. CARRDES.					
-------	--	--	--	--	--	--

4,00

02.04	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 100/65 mm. Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 100/65 mm. Según E.T. TUBINOX.					
-------	---	--	--	--	--	--

4,00

02.05	Ud Bomba horizontal.Caudal: 15 m³/h. Alt.:5 mca Bomba centrífuga horizontal. Marca: EGGER o similar. Modelo: T31-50 HF4 LB2. Caudal: 15 m³/h. Altura manométrica: 5 m.c.a. Incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. Potencia motor: 1,1 kW. Ø Asp/Imp: 65/50 mm. Paso de sólidos: 50 mm. Según E.T. BCHAB					
-------	--	--	--	--	--	--

4,00

02.06	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.					
-------	---	--	--	--	--	--

4,00

02.07	Ud Variador de frecuencia de 1,1 kW de potencia. Variador de frecuencia de 1,1 kW de potencia. Marca: SCHNEIDER o similar. Modelo: ALTI-					
-------	--	--	--	--	--	--

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

VAR31. Serie: ATV31HU11N4A. Filtro CEM integrado. Comunicación Modbus y CanOpen integrado. Según E.T. VARFRE.

02.08	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 80/65 mm. Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 80/65 mm. Según E.T. TUBINOX.					1,00
02.09	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-80. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-80. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX. Impulsión	4	5,00		20,00	4,00
02.10	Ud Conexión para limpieza de conducciones Conexión para limpieza de conducciones, compuesta por válvulas de bola manual DN-25 y conexión rápida mediante racor.					20,00
02.11	Ud Controlador de nivel tipo flotador Controlador de nivel tipo flotador. Según E.T. CONTNIV.					4,00
02.12	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.					4,00

50,00

CAPÍTULO 03 PRETRATAMIENTO

SUBCAPÍTULO 03.01 CANALES DE DESBASTE

03.01.01	Ud Comp.canal automática. Dim: 0,4 x 0,5 m. AISI-316. Compuerta canal de accionamiento eléctrico. marca: DAGA o similar. Dimensiones: 0,4 x 0,5 m. Altura de agua: 0,4 m. Altura de accionamiento: 1,9 m. Material: acero inoxidable AISI-316. Potencia: 0,37 kW. Según E.T. CM.					
						2,00
03.01.02	Ud Tamiz finos: canal de 0,4 m. y 3 mm. de paso. Tamiz autolimpiante de finos tipo escalera para canal de 0,4 m. de ancho y 3 mm. de paso. Marca: ABS o similar. Modelo: ROTOSCREEN RSM 7X30X3. Calado máximo: 0,45 m. Caudal de tratamiento: 61 m³/h. Material: acero inoxidable AISI-304. Potencia motor: 0,37 kW. Según E.T. TAM-FIN.					2,00
03.01.03	Ud Tornillo res. Diam.: 220 mm. Long.: 4 m. AISI-316 Tornillo-prensa para recogida de detritus. Marca: NUTECO o similar. Capacidad: 1,5 m³/h. Diámetro: 220 mm. Posición de trabajo: horizontal. Material: acero inoxidable AISI-316. Longitud: 4,0 m. Potencia motor eléctrico: 1,1 kW. Según E.T. TOR					2,00
03.01.04	Ud Controlador de nivel tipo varillas Controlador de nivel tipo varillas, con relé de control. Marca: TELEMECANIC o similar. Modelo: RM3-LG2 a instalar en cuadro de control. Incluso tres sondas de nivel.					1,00
03.01.05	Ud Contenedor 750 l. Contenedor de polietileno inyectado tipo ciudad, dotado de sistema de drenaje, ruedas de caucho, de las siguientes características. Marca: NOCHE Y DIA o similar. Capacidad: 750 l. Material: polietileno inyectado. espesor. 4 mm.					2,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
03.01.06	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.						1,00
							30,00
SUBCAPÍTULO 03.02 DESARENADOR							
03.02.01	Ud Comp.mural automática. Dim: 0,3 x 0,3 m. AISI-316. Compuerta mural de accionamiento eléctrico. marca: DAGA o similar. Dimensiones: 0,3 x 0,3 m. Altura de agua: 0,6 m. Altura de accionamiento: 2,1 m. Material: acero inoxidable AISI-316. Potencia: 0,37 kW. Según E.T. CM.						1,00
03.02.02	Ud Puente desarenador de 0,8 x 4,0 m inoxidable Puente desarenador-desengrasador de 0,8 x 4,0 m. Marca: DAGA o similar. Incluso caja de recogida de grasas y flotantes, sistema de alimentación eléctrica y armario de maniobra. Materiales: Acero inoxidable AISI 316. Potencia motor: 0,18 kW. Según E.T. PD.						1,00
03.02.03	MI Deflector AISI-316 : 400 mm. x 4 mm. Deflector de acero inoxidable AISI-316 de 400 mm. de altura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DE-FLEC.						1,00
03.02.04	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.						4,00
							20,00
SUBCAPÍTULO 03.03 SOPLANTES DESARENADO							
03.03.01	Ud Soplane canal lateral. Q: 65 Nm3/h. Pres.: 350 mbar. Soplante de canal lateral. Marca: MPR o similar. Modelo: CL12/21. Caudal: 65 Nm3/h. Presión diferencial: 350 mbar. Potencia motor: 2,2 kW. Incluso filtro de aspiración F8/1G, válvula de seguridad SV8 y silenciosos en aspiración e impulsión. Ø impulsión: 50 mm. Según ET SDCL.						2,00
03.03.02	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.						1,00
03.03.03	Ud Válvula de mariposa manual. DN-50. Válvula de mariposa de accionamiento manual mediante palanca DN-50. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 75/40. Cuerpo: GG-25. Junta: EPDM vulcanizada al cuerpo. Eje y disco: acero inoxidable duplex. Según E.T. VALMARMA.						2,00
03.03.04	Ud Carrete de desmontaje DN-50. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-50. PN-10 Según E.T. CARRDES.						2,00
03.03.05	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-50. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-50. Espesor: 1,5 mm. Según E.T.TUBINOX.						6,00
03.03.06	MI Tuberías distribución de aire desarenador Conjunto de tuberías para distribución de aire en el desarenador. Marca: URALITA o similar. Mate-						

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

rial: PVC. Diámetro nominal: 110 mm. Presión nominal: 10 Atm. Longitud total: 5 m. Incluso p.p. de soportes y accesorios. Incluso tubería y válvula de purga de 50 mm. en PVC. Según E.T. TUBPVC.

03.03.07 Ud Difusor de burbuja gruesa, tipo Non-Clog

Difusor de burbuja gruesa, tipo Non-Clog. Marca: EIMCO o similar. Tipo: clapeta elástica. Incluso p.p. de tubería, soporte y anclaje. Según E.T. DIFBUR.

1,00

03.03.08 kg Acero en soportes

Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.

9,00

30,00

SUBCAPÍTULO 03.04 IMPULSION ARENAS

03.04.01 MI Tubo de neopreno bombas arenas DN-65.

Tubo flexible para aspiración de las bombas de arenas, incluso p. p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-65. Material: neopreno.

2,00

03.04.02 Ud Bomba arenas.Caudal: 1,5 m3/ h. Alt.: 1,5 mca.

Bomba para extracción de arenas del desarenador. Marca. TURO o similar. Modelo: TV 41-50 SO8 LB3-2 "SP". Caudal: 1,5 m3/ h. Altura manométrica: 1,5 m.c.a. Potencia motor: 0,55 kW. Ø Asp/Imp: 65/50. Según E.T. BVAR.

1,00

03.04.03 Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular

Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.

1,00

03.04.04 MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-80.

Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimetrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-80. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.

4,00

03.04.05 kg Acero en soportes

Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.

20,00

SUBCAPÍTULO 03.05 CLASIFICADOR DE ARENAS

03.05.01 Ud Clasificador arenas tornillo sin-fin 25 m³/h

Clasificador de arenas tipo tornillo sin-fin. Marca: DAGA o similar. Modelo: MR37T-035. Caudal de tratamiento: 25 m³/h. Caudal máximo hidráulico: 50 m³/h. Diámetro tornillo-sin fin: 200 mm. Ø Asp/Imp: 100/100. Potencia motor: 0,55 kW. Material: AISI-316. Según E.T. CLAR

1,00

03.05.02 Ud Contenedor 750 l.

Contenedor de polietileno inyectado tipo ciudad, dotado de sistema de drenaje, ruedas de caucho, de las siguientes características. Marca: NOCHE Y DIA o similar. Capacidad: 750 l. Material: polietileno inyectado. espesor. 4 mm.

1,00

03.05.03 Ud Válvula de compuerta manual DN-50.

Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-50. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

03.05.04	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-50. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-50. Espesor: 1,5 mm. Según E.T.TUBINOX.						1,00
----------	---	--	--	--	--	--	------

03.05.05	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-80. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-80. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.						1,00
----------	---	--	--	--	--	--	------

03.05.06	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.						2,00
----------	--	--	--	--	--	--	------

20,00

SUBCAPÍTULO 03.06 SEPARADOR DE GRASAS

03.06.01	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-200. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-200. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.						
	Entrada a desengrasador	1	7,00			7,00	
	Rebose desengrasador	1	2,00			2,00	

9,00

03.06.02	Ud Separador de grasas de 1,0 x 0,5 m. Mecanismo separador de grasas y flotantes para un recinto metálico de 1,0 x 0,5 m. Marca: DAGA o similar. Modelo: MR08D-050 x 100. Capacidad tratamiento: 5 m3/h. Volumen tanque: 0,5 m3. Potencia motor: 0,18 kW. Material: acero inoxidable AISI-316. Según E .T. DES.						
----------	---	--	--	--	--	--	--

1,00

03.06.03	Ud Contenedor 750 l. Contenedor de polietileno inyectado tipo ciudad, dotado de sistema de drenaje, ruedas de caucho, de las siguientes características. Marca: NOCHE Y DIA o similar. Capacidad: 750 l. Material: polietileno inyectado. espesor. 4 mm.						
----------	--	--	--	--	--	--	--

1,00

03.06.04	Ud Válvula de compuerta manual DN-50. Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-50. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP						
----------	--	--	--	--	--	--	--

1,00

03.06.05	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-50. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-50. Espesor: 1,5 mm. Según E.T.TUBINOX.						
----------	---	--	--	--	--	--	--

1,00

SUBCAPÍTULO 03.07 ESCURRIDOS CLASIFICADOR Y SEPARADOR

03.07.01	MI Tubería de acero electrosoldado DN-200. Tubería de acero electrosoldado DIN 2458 con doble cordón de soldadura helicoidal, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-200. Según E.T.TUBACCA.						
----------	--	--	--	--	--	--	--

4,00

CAPÍTULO 04 TANQUE DE TORMENTAS

SUBCAPÍTULO 04.01 ENTRADA A OBRA DE REPARTO T. TORMENTAS

04.01.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.						
	Salida pretratamiento	1				1,00	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

	Entrada arqueta reparto	1				1,00	
							2,00
04.01.02	MI Tubería de fundición dúctil DN-150. Tubería de fundición dúctil según norma ISO 2.531, incluso p.p.de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Según E.T. TUBFUN. Salida pretratamiento	1	24,00			24,00	24,00
SUBCAPÍTULO 04.02 ALIVIO A TANQUE DE TORMENTAS							
04.02.01	MI Deflector AISI-316 : 400 mm. x 4 mm. Deflector de acero inoxidable AISI-316 de 400 mm. de altura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DE-FLEC. Alivio biológico	1	0,70			0,70	0,70
04.02.02	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.						30,00
SUBCAPÍTULO 04.03 DECANTADOR LAMELAR							
04.03.01	Ud Conjunto de lamelas Conjunto de lamelas para decantador rectangular. Marca: ECOTEC o similar. Modelo: FS 41.50. Número de zonas de decantación: 1. Dimensiones de la zona lamelar: 2,8 x 2,15 m. Area base de lamelas: 6,02 m2. Volumen de lamelas: 7,83 m3. Inclinação de las lamelas: 60 °. Altura de las lamelas: 1,3 m. Separación entre lamelas: 80 mm. Material: PVC. Incluso soportes de apoyo, accesorios y anclajes. Según E.T. LAMELAS						1,00
04.03.02	MI Canal vertedero de recogida de agua decantada Canal vertedero de recogida de agua decantada con parte proporcional de soportes. Sección: 200 x 200 mm. Material: acero inoxidable AISI-316. Material soportes: acero inoxidable AISI-316	2	2,15			4,30	4,30
04.03.03	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.						50,00
SUBCAPÍTULO 04.04 PURGA DE FANGOS TANQUE DE TORMENTAS							
04.04.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-100. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-100. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL. Salida decantador Entrada arqueta bombeo	2 2				2,00 2,00	4,00
04.04.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-100. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimetrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-100. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.						7,00
SUBCAPÍTULO 04.05 VACIADOS TANQUE DE TORMENTAS							
04.05.01	Ud Bomba sumerg.Caudal: 5 m³/h. Alt.: 7 m.c.a. Grupo motobomba centrifuga sumergible. Marca: ABS o similar. Modelo: AS 0630-S 22/4-D01-1-KFMM. Caudal: 5 m³/h. Altura manométrica: 7 m.c.a., incluso anclajes, guia y cadena para izado. Potencia motor: 2,2 kW. Ø Imp: 65 mm. Según E.T. BSVACTT						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

04.05.02	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.						2,00
----------	---	--	--	--	--	--	------

04.05.03	Ud Controlador de nivel tipo flotador Controlador de nivel tipo flotador. Según E.T. CONTNIV.						1,00
----------	---	--	--	--	--	--	------

04.05.04	Ud Válvula de retención a bola. DN-65. Válvula de retención a bola DN 65. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 53/35. Uniones embri-dadas DIN 3202/1 F6. Según E.T. VALREBO.						3,00
----------	--	--	--	--	--	--	------

04.05.05	Ud Carrete de desmontaje DN-65. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-65. PN-10 Se- gún E.T. CARRDES.						2,00
----------	---	--	--	--	--	--	------

04.05.06	Ud Válvula de compuerta manual DN-65. Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-65. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento ce-rámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP						2,00
----------	---	--	--	--	--	--	------

04.05.07	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-65 Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-65. Espesor: 1,5 mm. Según E.T. TUBINOX.						2,00
----------	---	--	--	--	--	--	------

04.05.08	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abraza- deras, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.						12,00
----------	---	--	--	--	--	--	-------

40,00

SUBCAPÍTULO 04.06 SALIDA AGUA DECANTADA T. TORMENTAS

04.06.01	MI Canal vertedero de recogida de agua decantada Canal vertedero de recogida de agua decantada con parte proporcional de soportes. Sección: 200 x 200 mm. Material: acero inoxidable AISI-316. Material soportes: acero inoxidable AISI-316 Salida agua decantada 1 1,50 1,50						1,50
----------	---	--	--	--	--	--	------

04.06.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T. TUBINOX.						6,00
----------	--	--	--	--	--	--	------

04.06.03	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL. Salida decantador 1 1,00 Entrada arqueta a. tratada 1 1,00						2,00
----------	--	--	--	--	--	--	------

CAPÍTULO 05 TRATAMIENTO BIOLÓGICO

SUBCAPÍTULO 05.01 ENTRADA TRATAMIENTO BIOLÓGICO

05.01.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-125.						
----------	--	--	--	--	--	--	--

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-125.

Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.

Salida arqueta	1					1,00
----------------	---	--	--	--	--	------

Entrada reparto biológico	1					1,00
---------------------------	---	--	--	--	--	------

2,00

05.01.02 Ud Válvula de compuerta acto. electrico DN-125

Válvula reguladora de compuerta de accionamiento eléctrico y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 15/43-D. DN-125. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16.

Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Con accionador eléctrico DREHMO. Según E.T.

VALCOMPELEC

1,00

05.01.03 MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-125.

Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes.

DN-125. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.

7,00

05.01.04 Ud Columna de maniobra Longitud: 6 m.

Columna de maniobra para mantenimiento de la válvula de compuerta. Material: fundición. Longitud:

6 m.

1,00

SUBCAPÍTULO 05.02 REPARTO A REACTORES

05.02.01 MI Deflector AISI-316 : 400 mm. x 4 mm.

Deflector de acero inoxidable AISI-316 de 400 mm. de altura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DE-FLEC.

Entrada reactores	3	0,70				2,10
-------------------	---	------	--	--	--	------

2,10

05.02.02 Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-100.

Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-100.

Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.

Salida a líneas	2					2,00
-----------------	---	--	--	--	--	------

Salida línea futuro	1					1,00
---------------------	---	--	--	--	--	------

3,00

05.02.03 Ud Válvula de compuerta manual DN-100

Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo:

26/35. DN-100. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento

cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP

2,00

05.02.04 Ud Columna de maniobra Longitud: 3 m.

Columna de maniobra para mantenimiento de la válvula de compuerta. Material: fundición. Longitud:

3 m.

2,00

05.02.05 kg Acero en soportes

Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.

20,00

SUBCAPÍTULO 05.03 ENTRADA REACTORES

05.03.01 Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-100.

Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-100.

Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.

Entrada a líneas	2					2,00
------------------	---	--	--	--	--	------

2,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
05.03.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-100. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-100. Espesor: 2,0 mm. Según E.T. TUBINOX. Entrada reactores	1 1	9,00 3,00			9,00 3,00	
							12,00
05.03.03	Ud Placa deflectora AISI-316 : 1,0 m. x 1,0m. x 4 mm. Placa deflectora de acero inoxidable AISI-316 de 1,0 m. de altura, 1,0 m. de anchura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DEFLEC. Entrada de agua	2				2,00	
							2,00
05.03.04	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.						30,00
SUBCAPÍTULO 05.04 ACELERADORES DE CORRIENTE							
05.04.01	Ud Agitador sumergible 1,5 kW Agitador sumergible para aguas residuales, con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de autolimpieza de álabes. Marca: ABS o similar. Modelo: RW 3021-A15/6-EC-D01-10-BC. Potencia motor: 1,5 kW Velocidad: 904 rpm. Diámetro helice: 300 mm. Incluso junta metálica de carburo-silicio, 10 m de cable especial sumergible, y sistema de elevación y giro con tubo guía en acero galvanizado y torno con cable inoxidable. Según E.T. AG15						2,00
							2,00
05.04.02	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.						20,00
SUBCAPÍTULO 05.05 SOPLANTES							
05.05.01	Ud Soplane. Q: 150/45 Nm3/h. Pres.: 400 mbar. Soplante trilobular de embolos rotativos de dos velocidades. Marca: MPR o similar. Modelo: SEM 2 TR. Caudal: 150/45 Sm3/h. Presión diferencial: 400 mbar. Potencia motor: 4 kW. Incluso silenciadores, válvula de seguridad, válvula de retención, filtro silenciador, manguito elástico de conexión, bancada común, transmisión por correas y poleas, y cabina de insonorización. Ø impulsión: 50 mm. Según ET SBIO						3,00
							2,00
05.05.02	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.						2,00
							2,00
05.05.03	Ud Variador de frecuencia de 4 kW de potencia. Variador de frecuencia de 4,0 kW de potencia. Marca: SCHNEIDER o similar. Modelo: ALTI-VAR31. Serie: ATV31HU40N4A. Filtro CEM integrado. Comunicación Modbus y CanOpen integrado. Según E.T. VARFRE.						3,00
							3,00
05.05.04	Ud Válvula de mariposa manual. DN-50. Válvula de mariposa de accionamiento manual mediante palanca DN-50. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 75/40. Cuerpo: GG-25. Junta: EPDM vulcanizada al cuerpo. Eje y disco: acero inoxidable duplex. Según E.T. VALMARMA.						
05.05.05	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 65/50 mm.						

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 65/50 mm. Según E.T. TUBINOX.

3,00

05.05.06 Ud Válvula de mariposa manual. DN-65.

Válvula de mariposa de accionamiento manual mediante palanca DN-65. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 75/40. Cuerpo: GG-25. Junta: EPDM vulcanizada al cuerpo. Eje y disco: acero inoxidable duplex. Según E.T. VALMARMA.

2,00

05.05.07 Ud Carrete de desmontaje DN-65.

Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-65. PN-10 Según E.T. CARRDES.

2,00

SUBCAPÍTULO 05.06 LINEA GENERAL DE AIRE

05.06.01 MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-65

Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-65. Espesor: 1,5 mm. Según E.T. TUBINOX.

Impulsión a reactor 1	1	49,00	49,00
Impulsión a reactor 2	1	69,00	69,00

118,00

05.06.02 kg Acero en soportes

Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.

60,00

SUBCAPÍTULO 05.07 PARRILLAS DIFUSORES

05.07.01 Ud Válvula de mariposa manual. DN-65.

Válvula de mariposa de accionamiento manual mediante palanca DN-65. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 75/40. Cuerpo: GG-25. Junta: EPDM vulcanizada al cuerpo. Eje y disco: acero inoxidable duplex. Según E.T. VALMARMA.

2,00

05.07.02 Ud Carrete de desmontaje DN-65.

Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-65. PN-10 Según E.T. CARRDES.

2,00

05.07.03 MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-65

Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-65. Espesor: 1,5 mm. Según E.T. TUBINOX.

Bajante parrillas	2	4,00	8,00
-------------------	---	------	------

8,00

05.07.04 Ud Parrilla de distribución de aire

Parrilla de distribución de aire al reactor biológico, formada por 28 difusores circulares de membrana de 9" de diámetro, dispuestos en 7 filas con 4 difusores por fila; con tubería de distribución en PVC de 110 mm., 2 purgas de 25 mm. Incluso colector general de distribución, colectores de fondo y cierre de equilibrio en PVC. Marca: SANITAIRE o similar. Según E.T. PBIO

2,00

05.07.05 kg Acero en soportes

Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.

40,00

SUBCAPÍTULO 05.08 SALIDA LICOR MIXTO

05.08.01 MI Canal vertedero de recogida de licor mixto

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

Canal vertedero de recogida de licor mixto con parte proporcional de soportes. Sección: 400 x 400 mm. Material: acero inoxidable AISI-316. Material soportes: acero inoxidable AISI-316

2 2,00 4,00

4,00

05.08.02 MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150.

Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.

Entrada decantador 2 6,00 12,00

12,00

SUBCAPÍTULO 05.09 MANUTENCIÓN SALA DE SOPLANTES

05.09.01 Ud Diferencial manual de 2000 kg.

Diferencial manual para una capacidad de 2000 kg. Marca: VICINAY o similar. Según E.T. DIF2000.

1,00

05.09.02 MI Carril de rodadura tipo IPN-260 en acero A410b.

Carril de rodadura tipo IPN-260 en acero A410b.

8,00

05.09.03 Ud Ventilador helicoidal. Caudal máx.:5.300 Nm³/h.

Ventilador extractor helicoidal. Caudal máximo: 5.300 Nm³/h. Marca: SODECA o similar. Modelo: HC-45-4T/L. Potencia motor: 0,25 kW. Según E.T. VENT1.

2,00

05.09.04 Ud Rejilla de 0,5 x 0,5 m.

Rejilla para entrada de aire en aluminio, de 0,5 x 0,5 m.

2,00

CAPÍTULO 06 ELIMINACIÓN DE FÓSFORO

SUBCAPÍTULO 06.01 ALMACENAMIENTO CLORURO FERRICO

06.01.01 Ud Depósito reactivos PRFV de 1.000 l. vertical

Depósito para almacenamiento de reactivos, en PRFV, con una capacidad de 1.000 l. Marca: TEC-NIUM o similar. Posición: vertical. Incluso válvulas, colectores y conexiones. Diámetro: 1.160 mm. Altura 1.360 mm. Según E.T. DEP1000

1,00

06.01.02 MI Tuberías distribución de reactivos

Conjunto de tuberías para almacenamiento y distribución de reactivos. Marca: POLYSAN o similar. Material: Polipropileno. Diámetro nominal: 32 mm. Presión nominal: 10 Atm. Longitud total: 7 m. Incluso enganche guillemin y p.p. de válvulas, soportes y accesorios. Según E.T. TUBPP

1,00

SUBCAPÍTULO 06.02 DOSIFICACIÓN DE CLORURO FERRICO

06.02.01 Ud Bomba dosificadora. Caudal: 0-25 l/ h.

Bomba dosificadora de membrana. Marca: TIMSA o similar. Modelo:E00.0250 PP 10 FPG. Caudal: 0-25 l/ h. Potencia motor: 90 W y 100 metros de altura manométrica de columna de agua. Según E.T: BOMDOS3

2,00

06.02.02 Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular

Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.

1,00

06.02.03 Ud Variador de frecuencia de 0,37 kW de potencia.

Variador de frecuencia de 0,37 kW de potencia. Marca: SCHNEIDER o similar. Modelo: ALTI-VAR31. Serie: ATV31H037N4A. Filtro CEM integrado. Comunicación Modbus y CanOpen integra-

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

do. Según E.T. VARFRE.

2,00

06.02.04 Ud Conjunto tuberías dosificación reactivos

Conjunto de tuberías para dosificación de reactivos. Marca: POLYSAN o similar. Material: Polipropileno. Diámetro nominal: 15 mm. Presión nominal: 10 Atm. Longitud total: 80 m. Incluso p.p. de válvulas, soportes y accesorios. Según E.T. TUBPP

1,00

06.02.05 kg Acero en soportes

Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.

20,00

CAPÍTULO 07 DECANTACIÓN SECUNDARIA

SUBCAPÍTULO 07.01 DECANTACIÓN SECUNDARIA

07.01.01 Ud Decantador circular de rasquetas 7 m.

Puente para decantador circular de rasquetas, de 7 m. de diámetro y 3,11 m. de altura en vertedero, con pasarela construida en acero galvanizado. Campana central, rasquetas de fondo, rasqueta de superficie, tolva, sistema de recogida de flotantes, vertedero y deflector en acero inoxidable AISI-304. Potencia motor: 0,18 kW. Dimensiones de la campana: 1,3 x 1,25 m. Marca: DAGA o similar. Según E.T. DEC2.

2,00

07.01.02 kg Acero en soportes

Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.

60,00

SUBCAPÍTULO 07.02 PURGA DE FANGOS

07.02.01 Ud Válvula de compuerta manual DN-150

Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-150. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP

2,00

07.02.02 Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150.

Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.

4,00

07.02.03 MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150.

Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T. TUBINOX.

Purga de fangos	1	9,00	9,00
	1	13,00	13,00

22,00

07.02.04 Ud Columna de maniobra Longitud: 6 m.

Columna de maniobra para mantenimiento de la válvula de compuerta. Material: fundición. Longitud: 6 m.

2,00

SUBCAPÍTULO 07.03 SALIDA DE FLOTANTES

07.03.01 Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150.

Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.

2,00

07.03.02 MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150.

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes.
DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.

2 8,00 16,00

16,00

SUBCAPÍTULO 07.04 IMPULSIÓN FLOTANTES

07.04.01 Ud Bomba sumerg.Caudal: 4 m³/h. Alt.: 10 m.c.a.

Grupo motobomba centrífuga sumergible. Marca: ABS o similar. Modelo: AS 0630-S
22/4-D01-1-KFMM. Caudal: 4 m³/h. Altura manométrica: 10 m.c.a., incluso anclajes, guía y cadena
para izado. Potencia motor: 2,2 kW. Ø Imp: 65 mm. Según E.T. BSFL

2,00

07.04.02 Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular

Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de
medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual
de aislamiento. Según E.T. MAN.

1,00

07.04.03 Ud Controlador de nivel tipo flotador

Controlador de nivel tipo flotador. Según E.T. CONTNIV.

3,00

07.04.04 Ud Válvula de retención a bola. DN-65.

Válvula de retención a bola DN 65. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 53/35. Uniones embri-
dadas DIN 3202/1 F6. Según E.T. VALREBO.

2,00

07.04.05 Ud Carrete de desmontaje DN-65.

Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-65. PN-10 Se-
gún E.T. CARRDES.

2,00

07.04.06 Ud Válvula de compuerta manual DN-65.

Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo:
26/35. DN-65. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento ce-
rámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP

2,00

07.04.07 MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-65

Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes.
DN-65. Espesor: 1,5 mm. Según E.T.TUBINOX.

12,00

07.04.08 MI Tubería de polietileno DN-75 PN-10.

Tubería de polietileno alta densidad PE 100. Marca: Pipelife o similar. DN-75. PN-10. SDR 17. Es-
pesor: 4,5 mm. Según norma UNE-EN 12201. Incluso p.p de uniones y accesorios. Según E.T.
TUBPE.

A desengrasador 1 38,00 38,00

38,00

07.04.09 kg Acero en soportes

Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abraza-
deras, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.

10,00

SUBCAPÍTULO 07.05 SALIDA AGUA DECANTADA

07.05.01 Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150.

Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150.
Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

07.05.02 MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150. 4,00

Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes.
DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.

Salida agua decantada	1	14,00	14,00
	1	21,00	21,00

35,00

CAPÍTULO 08 BOMBEO DE FANGOS

SUBCAPÍTULO 08.01 RECIRCULACION EXTERNA

08.01.01 Ud Bomba sumerg.Caudal: 11 m3/h. Alt.: 3 mca

Grupo motobomba centrífuga sumergible. Marca: ABS o similar. Modelo: AS 0630-S
13/4-D01-MMD130. Caudal: 11 m³/h. Altura manométrica: 3 m.c.a., incluso anclajes, guía y cadena
para izado. Potencia motor: 1,3 kW. Ø Imp: 65 mm. Según E.T. BSREX

3,00

08.01.02 Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular

Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm² sistema de
medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual
de aislamiento. Según E.T. MAN.

2,00

08.01.03 Ud Variador de frecuencia de 1,5 kW de potencia.

Variador de frecuencia de 1,5 kW de potencia. Marca: SCHNEIDER o similar. Modelo: ALTI-
VAR31. Serie: ATV31HU15N4A. Filtro CEM integrado. Comunicación Modbus y CanOpen inte-
grado. Según E.T. VARFRE.

2,00

08.01.04 Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 80/65 mm.

Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, forma-
da por 1 manguito de unión 80/65 mm. Según E.T. TUBINOX.

3,00

08.01.05 Ud Válvula de retención a bola. DN-80.

Válvula de retención a bola DN 80. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 53/35. Uniones embri-
dadas DIN 3202/1 F6. Según E.T. VALREBO.

3,00

08.01.06 Ud Carrete de desmontaje DN-80.

Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-80. PN-10 Se-
gún E.T. CARDES.

5,00

08.01.07 Ud Válvula de compuerta manual DN-80

Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo:
26/35. DN-80. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento ce-
rámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP

4,00

08.01.08 MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-80.

Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes.
DN-80. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.

Impulsión	1	8,00	8,00
	1	10,00	10,00

18,00

08.01.09 Ud Controlador de nivel tipo flotador

Controlador de nivel tipo flotador. Según E.T. CONTNIV.

Nivel mínimo emergencia	1	1,00
-------------------------	---	------

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

08.01.10	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.						1,00
----------	--	--	--	--	--	--	------

20,00

SUBCAPÍTULO 08.02 BOMBEO DE FANGOS EN EXCESO

08.02.01	Ud Bomba sumerg.Caudal: 5 m³/h. Alt.: 7 m.c.a. Grupo motobomba centrifuga sumergible. Marca: ABS o similar. Modelo: AS 0630-S 22/4-D01-1-KFMM. Caudal: 5 m³/h. Altura manométrica: 7 m.c.a., incluso anclajes, guia y cadena para izado. Potencia motor: 2,2 kW. Ø Imp: 65 mm. Según E.T. BSVACTT						
----------	---	--	--	--	--	--	--

2,00

08.02.02	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.						
----------	---	--	--	--	--	--	--

2,00

08.02.03	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 80/65 mm. Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 80/65 mm. Según E.T. TUBINOX.						
----------	---	--	--	--	--	--	--

2,00

08.02.04	Ud Válvula de retención a bola. DN-80. Válvula de retención a bola DN 80. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 53/35. Uniones embriadas DIN 3202/1 F6. Según E.T. VALREBO.						
----------	--	--	--	--	--	--	--

2,00

08.02.05	Ud Carrete de desmontaje DN-80. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-80. PN-10 Según E.T. CARRDES.						
----------	--	--	--	--	--	--	--

2,00

08.02.06	Ud Válvula de compuerta manual DN-80 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-80. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP						
----------	---	--	--	--	--	--	--

2,00

08.02.07	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-80. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimetrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-80. Espesor: 2,0 mm. Según E.T. TUBINOX.						
	Impulsión	2	5,00			10,00	

10,00

08.02.08	MI Tubería de polietileno DN-90 PN-10. Tubería de polietileno alta densidad PE 100. Marca: Pipelife o similar. DN-90. PN-10. SDR 17. Espesor: 5,4 mm. Según norma UNE-EN 12201. Incluso p.p de uniones y accesorios. Según E.T. TUBPE.						
	A espesador	1	34,00			34,00	

34,00

CAPÍTULO 09 ESPESAMIENTO DE FANGOS

SUBCAPÍTULO 09.01 ESPESADOR DE GRAVEDAD

09.01.01	Ud Espesador de 4 m. Conjunto de equipos a ubicar en espesador de fangos de 4 m. de diámetro y 3,6 m. de altura en vertedero. Materiales: rasquetas, peine de espesamiento, campana de distribución y vertedero en acero inoxidable AISI -304. Potencia motor: 0,12 kW. Marca: DAGA o similar. Tipo: MR21N-0400. Dimensiones de la campana: 0,8 x 1,0 m. Según ET ESP						
----------	---	--	--	--	--	--	--

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

						1,00
SUBCAPÍTULO 09.02 VACIADO ESPESADOR						
09.02.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.					1,00
09.02.02	Ud Válvula de compuerta manual DN-150 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-150. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP					1,00
09.02.03	Ud Carrete de desmontaje DN-150. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-150. PN-10 Según E.T. CARRDES.					1,00
09.02.04	MI Tubería de acero estirado DN-150. Tubería de acero estirado DIN 2440, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Según E.T. TUBACCA.					1,00
						15,00
SUBCAPÍTULO 09.03 SALIDA DE SOBRENADANTE						
09.03.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.					1,00
09.03.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T. TUBINOX.					4,00
SUBCAPÍTULO 09.04 SALIDA DE FANGO ESPESADO						
09.04.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.					1,00
09.04.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T. TUBINOX.					2,00
SUBCAPÍTULO 09.05 BOMBEO DE FANGOS A CAMIÓN						
09.05.01	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 150/100 mm. Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 150/100 mm. Según E.T. TUBINOX.					1,00
09.05.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-100. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-100. Espesor: 2,0 mm. Según E.T. TUBINOX.					2,00
09.05.03	Ud Válvula de compuerta manual DN-100 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo:					

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

26/35. DN-100. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP

2,00

09.05.04 Ud Carrete de desmontaje DN-100.

Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-100. PN-10 Según E.T. CARRDES.

2,00

09.05.05 Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 100/80 mm.

Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 100/80 mm. Según E.T. TUBINOX.

2,00

09.05.06 Ud Bomba tornillo helicoidal. Caudal: 5 m3/h.

Bomba de tornillo helicoidal excentrico. Marca: ALBOSA o similar. Modelo: C1KC11RM. Caudal: 5 m3/h. Altura manométrica: 10 m.c.a. Potencia motor: 1,5 kW. Potencia absorbida: 0,74 kW. Velocidad bomba: 370 rpm. Ø Asp/Imp. 50 mm. Según E.T. BFESP.

2,00

09.05.07 Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular

Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.

2,00

09.05.08 Ud Válvula de retención a bola. DN-80.

Válvula de retención a bola DN 80. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 53/35. Uniones embreadas DIN 3202/1 F6. Según E.T. VALREBO.

2,00

09.05.09 Ud Carrete de desmontaje DN-80.

Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-80. PN-10 Según E.T. CARRDES.

2,00

09.05.10 Ud Válvula de compuerta manual DN-80

Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-80. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP

2,00

09.05.11 MI Conjunto de tuberías AISI-304 DN-80. guillemin

Conjunto de tuberías de acero inoxidable AISI-304-L milimetrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-80. Espesor: 2,0 mm. Incluso enganche guillemin para evacuación de fangos. Según E.T. TUBINOX.

2,00

CAPÍTULO 10 DESODORIZACIÓN.

10.01 Ud Desodorización carbón activo 6.500 Nm3/h

Instalación completa de desodorización por carbón activo en el edificio de proceso y espesador de fangos, para un caudal de 6.500 Nm3/h., con 10 renovaciones por hora. Incluso tuberías, accesorios y válvulas de interconexión. Marca: TECNIUM. Diámetro de la torre de contacto: 2.000 mm. Altura: 2.500 mm. Potencia ventilador: 7,5 kW. Según ET DESODOR

1,00

10.02 Ud Conjunto de tuberías polipropileno

Conjunto de tuberías en polipropileno para conducción del aire extraído en el edificio de fangos y espesador hasta la torre de desodorización. Incluso pasamuros, codos, reducciones, soportes, rejillas y accesorios. Longitudes:

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

- DN-400: 5 m
- DN-200: 40 m
- DN-150: 20 m
- DN-100: 10 m

1,00

CAPÍTULO 11 INSTRUMENTACIÓN.

SUBCAPÍTULO 11.01 MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA BRUTA

11.01.01 Ud Medidor electromagnetico DN 400 PN 10

Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 400 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.

1,00

11.01.02 Ud Indicador digital

Indicador digital para montaje en panel, de cuatro digitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JUI-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.

1,00

SUBCAPÍTULO 11.02 OBRA DE LLEGADA

11.02.01 Ud Medidor de pH

Medidor en continuo de pH, incluso electrodo de compensación de temperatura, sistema de limpieza, transmisor-indicador de pH, montaje local, señal 4-20 mA, accesorios, cables. etc. Marca: ABB o similar. Modelo: AP103/10510004-4630/500. Según E.T. MEDPH.

1,00

11.02.02 Ud Sonda de temperatura.

Medidor de temperatura, con sonda y convertidor de señal. Marca: ABB o similar. Modelo: KT81A510000/TS-04. Según E.T. SONDT

1,00

11.02.03 Ud Indicador digital

Indicador digital para montaje en panel, de cuatro digitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JUI-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.

2,00

SUBCAPÍTULO 11.03 MEDIDA CAUDAL AGUA PRETRATADA

11.03.01 Ud Medidor electromagnetico DN 150 PN10.

Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 150 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.

1,00

11.03.02 Ud Indicador digital

Indicador digital para montaje en panel, de cuatro digitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JUI-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.

1,00

SUBCAPÍTULO 11.04 MEDIDA CAUDAL A BIOLÓGICO

11.04.01 Ud Medidor electromagnetico DN 100 PN 16

Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 100 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.

1,00

11.04.02 Ud Indicador digital

Indicador digital para montaje en panel, de cuatro digitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JUI-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.

1,00

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

SUBCAPÍTULO 11.05 TRATAMIENTO BIOLÓGICO

11.05.01 Ud Medidor de O2 disuelto

Medidor de O2 disuelto en agua, compuesto por: transmisor-indicador y sistema sensor tipo esfera flotante DN-200, con montaje local, señal de 4-20 mA y 10 m. de cable. Marca: ABB o similar. Modelo: 9408/712. Según E.T. MEDO2.

2,00

11.05.02 Ud Medidor de potencial redox

Medidor de potencial redox en balsa, tipo inmersión. Marca: ABB o similar. Modelo: AP103/60540004 Compuesto por sonda e indicador transmisor basado en microprocesador. Incluso sistema de limpieza. Según E.T. MEDREDOX

2,00

11.05.03 Ud Indicador digital

Indicador digital para montaje en panel, de cuatro dígitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JUNIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.

4,00

SUBCAPÍTULO 11.06 MEDIDA DE CAUDAL DE AIRE A BIOLÓGICO

11.06.01 Ud Transmisor de presión relativa

Transmisor para presión relativa con membrana separadora entre el fluido y el equipo de medida. Marca: SIEMENS. Smart, modelo Sitrans P, serie DS III, con manejo local mediante botones y LCD, y a distancia. Procedimiento de medida: Piezorresistivo. Material de la membrana y del cuerpo del sensor: Acero inoxidable AISI 316L. Indicador con visualizador local digital, con tapa y mirilla. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. TRANSPRE.

2,00

11.06.02 Ud Medidor de caudal de aire DN 25-350 mm

Medidor de caudal másico de aire, tipo térmico para tuberías de DN 25-350 mm. Marca: ABB o similar. Modelo: V14224-111111100/7962500. Según E.T. MEDCAGAS.

2,00

11.06.03 Ud Válvula reguladora de aire eléctrico. DN-65.

Válvula de mariposa reguladora con actuador eléctrico DREHMO S DN-65. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 75/40. Cuerpo: GG-25. Junta: EPDM vulcanizada al cuerpo. Eje y disco: acero inoxidable duplex. Según E.T. VALMARMO.

2,00

11.06.04 Ud Indicador digital

Indicador digital para montaje en panel, de cuatro dígitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JUNIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.

2,00

SUBCAPÍTULO 11.07 MEDIDA CAUDAL FANGOS REC. EXTERNA

11.07.01 Ud Medidor electromagnetico DN 80 PN 40

Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 80 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.

2,00

11.07.02 Ud Indicador digital

Indicador digital para montaje en panel, de cuatro dígitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JUNIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.

2,00

SUBCAPÍTULO 11.08 MEDIDA CAUDAL FANGOS EN EXCESO

11.08.01 Ud Medidor electromagnetico DN 80 PN 40

Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 80 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

11.08.02 Ud Indicador digital
Indicador digital para montaje en panel, de cuatro dígitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JUI-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.

1,00

1,00

SUBCAPÍTULO 11.09 MEDIDA CAUDAL AGUA TRATADA

11.09.01 Ud Medidor electromagnetico DN 400 PN 10

Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 400 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.

1,00

11.09.02 Ud Indicador digital

Indicador digital para montaje en panel, de cuatro dígitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JUI-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.

1,00

SUBCAPÍTULO 11.10 MEDIDORES DE NIVEL

11.10.01 Ud Medidor de nivel por microondas-RADAR

Medidor de nivel por microondas-RADAR. Marca: MATELCO o similar. Tipo: Radar con onda guiada. Modelo: HYCONTROL VF07. Para depósitos hasta 5 m. Rango de medidad de desde -40°C a 200°C en brida. Incluso sidplay con interface. Según E.T. MEDRADAR.

Pozo bombeo 1 1,00
Espesador de fangos 1 1,00

2,00

CAPÍTULO 12 DEPÓSITO DE AGUA TRATADA

SUBCAPÍTULO 12.01 AGUA INDUSTRIAL DE SERVICIOS

12.01.01 Ud Grupo presión, 2 bombas 9 m³/h a 38 mca.

Grupo de presión, con dos bombas de 9 m³/h a 38 m.c.a. y calderín de membrana de 100 l. Marca: IDEAL o similar. Potencia unitaria motor: 1,1 kW. Según E.T. GRPRE

1,00

12.01.02 Ud Filtro ciclónico 3". Caudal: 40 m³/h. 200 micras

Filtro de efecto ciclónico de 3", con malla interior en acero inoxidable. Caudal: 40 m³/h. Paso: 200 micras.

1,00

12.01.03 Ud Válvula de compuerta manual DN-80

Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-80. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP

4,00

12.01.04 Ud Controlador de nivel tipo flotador

Controlador de nivel tipo flotador. Según E.T. CONTNIV.

4,00

12.01.05 MI Conjunto de tuberías de agua de servicios

Conjunto de tuberías de servicios en PVC de 32 mm. de diámetro, 20 Atm. Longitud: 185 m. Incluso válvulas, codos, reducciones y accesorios. Marca: URALITA o similar. Según E.T. TUBPVC.

1,00

SUBCAPÍTULO 12.02 SALIDA AGUA TRATADA

12.02.01 Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-400.

Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-400. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

	Salida agua	1			1,00	
						1,00
12.02.02	MI Deflector AISI-316 : 400 mm. x 4 mm. Deflector de acero inoxidable AISI-316 de 400 mm. de altura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DE-FLEC.					
	Salida agua	1	2,50		2,50	
						2,50
CAPÍTULO 13 SERVICIOS AUXILIARES.						
SUBCAPÍTULO 13.01 AIRE DE SERVICIOS						
13.01.01	Ud Compresor de 19,2 Nm³/h. Pres.: 9 Kg/cm² Compresor estacionario alternativo de aire comprimido. Marca: COMPAIR o similar. Modelo: PRO-pack 320/100 PM. Caudal de aire: 19,2 Nm³/h. Presión de trabajo: 9 Kg/cm². Potencia motor: 2,2 kW. Según E.T. COMPR1					
						1,00
13.01.02	Ud Elementos línea de aire comprimido. DN: 1/2". Conjunto de elementos en la línea de aire, incluso tuberías, válvulas, manómetros, etc. para la alimentación del aire comprimido al panel de control. Diámetro: 1/2". Según E.T. LINAIRCO					
						2,00
SUBCAPÍTULO 13.02 RED DE AGUA POTABLE						
13.02.01	MI Conjunto de tuberías de agua potable Conjunto de tuberías de abastecimiento de agua potable a todos los edificios y estancias. Material: polietileno PN-10. Longitudes:. - DN-40: 841 m. - DN-32: 50 m. Incluso válvulas, codos, reducciones y accesorios. Según E.T. TUBPE.					
						1,00
13.02.02	Ud Contador de agua tipo helice Contador de agua tipo helice, con grifo de comprobación. Según E.T. CONTADOR.					
						1,00
SUBCAPÍTULO 13.03 RED DE RIEGO						
13.03.01	Ud Boca de riego, incluso válvula y racord. Boca de riego, incluso válvula y racord.					
						4,00
13.03.02	Ud Aspersor emergente circular Aspersor emergente circular para un caudal de 1,02 m³/h. Radio de alcance: 12 m. Diámetro boquilla: 4 mm. Conexión roscada 3/4".					
						2,00
13.03.03	Ud Aspersor emergente sectorial Aspersor emergente sectorial para un caudal de 1,02 m³/h. Radio de alcance: 12 m. Diámetro boquilla: 4 mm. Conexión roscada 3/4".					
						1,00
13.03.04	Ud Programador electrónico para riego Programador electrónico para riego, con selector de tipo de programa, reloj digital, teclado para programar y señalización óptica.					
						1,00
13.03.05	MI Conjunto de tuberías de agua de riego Conjunto de tuberías de riego en PVC de 16 mm. de diámetro, 20 Atm. Longitud: 128 m. Incluso válvulas, codos, reducciones y accesorios. Marca: URALITA o similar. Según E.T. TUBPVC.					

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

						1,00
	CAPÍTULO 14 LABORATORIO.					
14.01	Ud Agitador magnético s.c. Agitador magnético s.c.					
14.02	Ud Agitador magnético con calefacción. Agitador magnético con calefacción.					2,00
14.03	Ud Armario frigorífico Armario frigorífico de 500 l. de capacidad					1,00
14.04	Ud Armario incubador Armario incubador					1,00
14.05	Ud Balanza electrónica Balanza electrónica					1,00
14.06	Ud Bloque termostático Bloque termostático					1,00
14.07	Ud Bureta digital de 25 ml. Bureta digital de 25 ml.					1,00
14.08	Ud Equipo Kjeldhal completo Equipo Kjeldhal completo, incluso unidad de digestión y destilador, con todos los accesorios.					1,00
14.09	Ud Estufa de secado hasta 200° C Estufa de secado hasta 200° C, capacidad 30l., con medida digital.					1,00
14.10	Ud Medidor de oxígeno portátil. Medidor de oxígeno portátil. Rango de medida: 0 -19,9 mg /l. Rango de saturación 199%. Según E.T. MEDO2POR.					1,00
14.11	Ud PHmetro portátil PHmetro portátil con compensador de temperatura y electrodo de pH combinado. Sensibilidad. Según E.T. MEDPHPOR.					1,00
14.12	Ud Placa calefactora. Placa calefactora.					1,00
14.13	Ud Porta filtro. Porta filtro.					1,00
14.14	Ud Tomamuestras automático portátil. Tomamuestras automático portátil.					1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

14.15	Ud Conjunto de material de vidrio Conjunto de material de vidrio para laboratorio, incluyendo: 5 matraces aforados, 10 pipetas aforadas, 5 probetas, 1 embudo, 2 vasos de 2 l., 6 cápsulas de porcelana, accesorios y soportes.						1,00
-------	---	--	--	--	--	--	------

14.16	Ud Equipo automático para medida de la DBO5 Equipo automático para medida de la DBO5 por metodos manométricos, con lector calibrado de transmitancia y absorbancia. Nº de plazas: 6. Según E.T. EQDBO5.						1,00
-------	---	--	--	--	--	--	------

14.17	Ud Conjunto de equipos para filtración de muestras, Conjunto de equipos para filtración de muestras, incluso embudo de filtración, placa porosa, kitasato, etc. Según E.T. EQFILTR.						1,00
-------	---	--	--	--	--	--	------

14.18	Ud Placa calefactora de 20 x 40 cm. Placa calefactora de 20 x 40 cm.						1,00
-------	--	--	--	--	--	--	------

							1,00
--	--	--	--	--	--	--	------

CAPÍTULO 15 MOBILIARIO Y TALLER. SUBCAPÍTULO 15.01 MOBILIARIO

15.01.01	Ud Mesa de despacho metálica de 1,6 x 0,9 m Mesa de despacho metálica de 1,6 x 0,9 m. con cajones y ala.						
----------	--	--	--	--	--	--	--

15.01.02	Ud Sillón giratorio rodante. Sillón giratorio rodante.						1,00
----------	--	--	--	--	--	--	------

15.01.03	Ud Silla de madera tapizada en curpiel. Silla de madera tapizada en curpiel.						1,00
----------	--	--	--	--	--	--	------

15.01.04	Ud Taquilla para ropa de 0,5 m X 0,5 m. x 1,8 m. Taquilla para ropa de 0,5 m x 0,5 m.x 1,8 m. metálica.						2,00
----------	---	--	--	--	--	--	------

15.01.05	Ud Armario metálico de 2 x 1 x 0,5 m. Armario metálico de 2 x 1 x 0,5 m. para archivos y estanterías.						2,00
----------	---	--	--	--	--	--	------

15.01.06	Ud Lámpara de mesa. Lámpara de mesa.						1,00
----------	--	--	--	--	--	--	------

15.01.07	Ud Taburete. Taburete.						1,00
----------	----------------------------------	--	--	--	--	--	------

15.01.08	Ud Radiador eléctrico Radiador eléctrico para el edificio de control. Potencia eléctrica: 1,5 Kw.						1,00
----------	---	--	--	--	--	--	------

15.01.09	Ud Acondicionador de 2.500 frigorías/h. Acondicionador transportable con una potencia frigorífica de 2.500 frigorías/h.						1,00
----------	---	--	--	--	--	--	------

MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

						1,00
	SUBCAPÍTULO 15.02 TALLER					
15.02.01	Ud Estantería metálica Estantería metálica de tres pisos, con 1 m. de ancho.					2,00
15.02.02	Ud Taladro radial portatil. Taladro radial portatil.					1,00
15.02.03	Ud Taladro portatil Taladro portatil. Marca: CASALS. Capacidad de portabrocas: hasta 13 mm. Con juego de brocas desde 1 a 13 mm. en acero al carbono.					1,00
15.02.04	Ud Soldador portatil Soldador portatil por arco eléctrico de 25 A a 220/380 V. Marca: MINIGAR. Incluye: pinza, toma de masa, careta y tres paquetes de electrodos.					1,00
15.02.05	Ud Bomba sumergible portatil 50 m³/h Bomba sumergible de achique portatil para un caudal máximo de 50 m³/h a una altura manometrica de 14 m.c.a. Potencia motor: 1,5 kW.					1,00
						1,00
	CAPÍTULO 16 TELEFONÍA.					
16.01	PA Partida alzada a justificar para derechos de enganche con la Compañía Telefónica.	PA derechos de enganche Compañía Telefónica.				1,00
16.02	Ud Instalación de telefonía exterior Instalación de telefonía exterior, en comunicación con la red nacional, dotada de dos líneas con dos aparatos telefonicos situados en el edificio de control.					1,00
16.03	Ud Circuito cerrado de televisión Circuito cerrado de televisión/videoportero con cámara formado por tres monitores y placa de color aluminio instalado en superficie, incluso alimentador del sistema y adaptador de video.					1,00
						1,00
	CAPÍTULO 17 ELEMENTOS DE SEGURIDAD.					
	SUBCAPÍTULO 17.01 PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS					
17.01.01	Ud Extintor cargado con 5 kg. de CO2 con sistema de disparo a pist Extintor cargado con 5 kg. de CO2 con sistema de disparo a pistola y manguera blindada de alta presión, con lanza ligera de difusor, incluso soporte de fijación de pared.					4,00
17.01.02	Ud Carteles reflectantes indicadores de extintor. Carteles reflectantes indicadores de extintor.					4,00
17.01.03	Ud Carro portamangueras para dos devanadoras de 30 m. de enlace Carro portamangueras para dos devanadoras de 30 m. de enlace mixto.					1,00
						1,00
	SUBCAPÍTULO 17.02 PROTECCIONES INDIVIDUALES					
17.02.01	Ud Salvavidas circular. Salvavidas circular.					

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
17.02.02	Ud Carteles reflectantes indicadores de salida. Carteles reflectantes indicadores de salida.						2,00
17.02.03	Ud Conjunto de carteles varios para señalizaciones Conjunto de carteles varios para señalizaciones en la planta.						4,00
17.02.04	Ud Aparato individual de protección auditiva Aparato individual de protección auditiva colocado en las salas con alta intensidad de ruido.						4,00
							1,00
SUBCAPÍTULO 17.03 PROTECCIONES DE GASES NOCIVOS							
17.03.01	Ud Máscara antigas. Máscara antigas.						1,00
17.03.02	Ud Ducha de emergencia lavaojos, tipo pedestal. Ducha de emergencia antiácidos y lavaojos, tipo pedestal . Según E.T. DUCHOJOS.						1,00
							1,00
CAPÍTULO 18 SEGURIDAD Y SALUD							
18.01	Ud Presupuesto de Seguridad y Salud, Presupuesto de Seguridad y Salud, según anejo correspondiente						1,00

3. PRESUPUESTOS PARCIALES.

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 OBRA DE LLEGADA Y POZO DE GRUESOS				
SUBCAPÍTULO 01.01 OBRA DE LLEGADA				
01.01.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-400. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-400. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	3,00	682,53	2.047,59
01.01.02	Ud Comp. mural manual. Dim: 0,40 x 0,40 m. AISI-316. Compuerta mural de accionamiento manual. Marca: DAGA o similar. Dimensiones: 0,4 x 0,4 m. Altura de agua: 2,2 m. Altura de accionamiento: 3,4 m. Material: acero inoxidable AISI-316. Según E.T. C.	1,00	4.490,00	4.490,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 OBRA DE LLEGADA.....				6.537,59
SUBCAPÍTULO 01.02 POZO DE GRUESOS				
01.02.01	MI Carril tipo ferroviario Carril tipo ferroviario en acero al carbono. Según E.T. CARRFER.	24,00	34,56	829,44
01.02.02	Ud Reja man. Anch.: 1,5 m. Paso: 50 mm. AISI-316 Reja manual de gruesos. Marca: DAGA o similar. Tipo: recta inclinada. Anchura: 1,0 m. Paso: 50 mm. Altura: 1,00 m. Material: acero inoxidable AISI-316. Según E.T. RM.	1,00	1.145,00	1.145,00
01.02.03	Ud Puente grúa monocarril. Capacidad: 2.000 kg. Puente grúa monocarril. Marca: VICINAY o similar. Capacidad: 2.000 kg. Luz entre ejes: 12 m. Potencia motor elevación: 3,0 kW. Potencia motor de traslación: 0,55 kW. Potencia motores puente: 2 x 0,25 kW. Según E.T. PG1	1,00	15.120,00	15.120,00
01.02.04	MI Carril de rodadura tipo IPN-260 en acero A410b. Carril de rodadura tipo IPN-260 en acero A410b.	36,00	104,76	3.771,36
01.02.05	Ud Cuchara Bivalva 50 litros Cuchara bivalva electrohidraulica anfibia, para una capacidad de 50 litros. Marca: GALMEN. Equipada con 2 valvas de acero con orificios de escurrido, motor de 0,5 CV/1500 rpm/220-380 V./50 Hz/IP55/Clase F. Bomba hidraulica de alta presión, 2 cilindros de doble efecto, presión de trabajo 60 Kg/cm2. Tiempo de cierre 4 segundos, tiempo de apertura 3 segundos, peso 335 Kgs. Según E.T. CUCHA50	1,00	4.996,00	4.996,00
01.02.06	Ud Soporte cuchara Soporte construido a base de perfiles laminados de acero al carbono A42b galvanizado en cliente, para apoyo y escurrido de la cuchara. Longitud: 1,0 m. Anchura: 0,6 m.	1,00	1.540,00	1.540,00
01.02.07	Ud Contenedor abierto de 6 m³. Contenedor de residuos normalizado abierto, construido en chapa de acero laminado A 410 b con perfiles de refuerzo y cuatro enganches de carga y volteo. Capacidad: 6 m³. Según E.T. CONTEN.	1,00	971,50	971,50
01.02.08	MI Carril tipo ferroviario Carril tipo ferroviario en acero al carbono. Según E.T. CARRFER.	24,00	34,56	829,44
01.02.09	kg Acero en soportes Acero en soportes construidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	100,00	11,00	1.100,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 POZO DE GRUESOS.....				30.302,74

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.03 ALIVIO Y BY-PASS				
01.03.01	MI Deflector AISI-316 : 400 mm. x 4 mm. Deflector de acero inoxidable AISI-316 de 400 mm. de altura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DE-FLEC.	1,50	186,50	279,75
01.03.02	Ud Tamiz Stormscreen, 1 m long. y 6 mm de paso. Tamiz autónomo en aliviadero. Marca: ALBOSA o similar. Gama: Stormscreen. Modelo: SC3A100064_3. Longitud: 1 m. Luz de paso: 6 mm. Diámetro del tambor: 400 mm. Caudal máximo de trabajo: 226 m3/h. Caudal máximo hidráulico: 619 m3/h. Según E.T. TAMAUT.	1,00	18.556,00	18.556,00
01.03.03	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	50,00	11,00	550,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 ALIVIO Y BY-PASS.....				19.385,75
TOTAL CAPÍTULO 01 OBRA DE LLEGADA Y POZO DE GRUESOS				56.226,08

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 BOMBEO DE AGUA BRUTA				
02.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-100. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-100. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	4,00	159,40	637,60
02.02	Ud Válvula de compuerta manual DN-100 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-100. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	4,00	172,80	691,20
02.03	Ud Carrete de desmontaje DN-100. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-100. PN-10 Según E.T. CARRDES.	4,00	169,00	676,00
02.04	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 100/65 mm. Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 100/65 mm. Según E.T. TUBINOX.	4,00	58,10	232,40
02.05	Ud Bomba horizontal.Caudal: 15 m³/h. Alt.:5 mca Bomba centrífuga horizontal. Marca: EGGER o similar. Modelo: T31-50 HF4 LB2. Caudal: 15 m³/h. Altura manométrica: 5 m.c.a. Incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. Potencia motor: 1,1 kW. Ø Asp/Imp: 65/50 mm. Paso de sólidos: 50 mm. Según E.T. BCHAB	4,00	2.430,00	9.720,00
02.06	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.	4,00	119,50	478,00
02.07	Ud Variador de frecuencia de 1,1 kW de potencia. Variador de frecuencia de 1,1 kW de potencia. Marca: SCHNEIDER o similar. Modelo: ALTI-VAR31. Serie: ATV31HU11N4A. Filtro CEM integrado. Comunicación Modbus y CanOpen integrado. Según E.T. VARFRE.	1,00	436,50	436,50
02.08	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 80/65 mm. Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 80/65 mm. Según E.T. TUBINOX.	4,00	47,66	190,64
02.09	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-80. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-80. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	20,00	42,59	851,80
02.10	Ud Conexión para limpieza de conducciones Conexión para limpieza de conducciones, compuesta por válvulas de bola manual DN-25 y conexión rápida mediante racor.	4,00	96,92	387,68
02.11	Ud Controlador de nivel tipo flotador Controlador de nivel tipo flotador. Según E.T. CONTNIV.	4,00	72,10	288,40
02.12	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	50,00	11,00	550,00
TOTAL CAPÍTULO 02 BOMBEO DE AGUA BRUTA				15.140,22

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 PRETRATAMIENTO				
SUBCAPÍTULO 03.01 CANALES DE DESBASTE				
03.01.01	Ud Comp.canal automática. Dim: 0,4 x 0,5 m. AISI-316. Compuerta canal de accionamiento eléctrico. marca: DAGA o similar. Dimensiones: 0,4 x 0,5 m. Altura de agua: 0,4 m. Altura de accionamiento: 1,9 m. Material: acero inoxidable AISI-316. Potencia: 0,37 kW. Según E.T. CM.	2,00	4.230,00	8.460,00
03.01.02	Ud Tamiz finos:canal de 0,4 m. y 3 mm. de paso. Tamiz autolimpiante de finos tipo escalera para canal de 0,4 m. de ancho y 3 mm. de paso. Marca: ABS o similar. Modelo: ROTOSCREEN RSM 7X30X3. Calado máximo: 0,45 m. Caudal de tratamiento: 61 m³/h. Material: acero inoxidable AISI-304. Potencia motor: 0,37 kW. Según E.T. TAM-FIN.	2,00	5.950,00	11.900,00
03.01.03	Ud Tornillo res. Diam.: 220 mm.Long.: 4 m. AISI-316 Tornillo-prensa para recogida de detritus. Marca: NUTECO o similar. Capacidad: 1,5 m³/h. Diámetro: 220 mm. Posición de trabajo: horizontal. Material: acero inoxidable AISI-316. Longitud: 4,0 m. Potencia motor eléctrico: 1,1 kW. Según E.T. TOR	1,00	5.620,00	5.620,00
03.01.04	Ud Controlador de nivel tipo varillas Controlador de nivel tipo varillas, con relé de control. Marca: TELEMECANIC o similar. Modelo: RM3-LG2 a instalar en cuadro de control. Incluso tres sondas de nivel.	2,00	219,60	439,20
03.01.05	Ud Contenedor 750 l. Contenedor de polietileno inyectado tipo ciudad, dotado de sistema de drenaje, ruedas de caucho, de las siguientes características. Marca: NOCHE Y DIA o similar. Capacidad: 750 l. Material: polietileno inyectado. espesor. 4 mm.	1,00	270,46	270,46
03.01.06	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	30,00	11,00	330,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 03.01 CANALES DE DESBASTE				27.019,66
SUBCAPÍTULO 03.02 DESARENADOR				
03.02.01	Ud Comp.mural automática. Dim: 0,3 x 0,3 m. AISI-316. Compuerta mural de accionamiento eléctrico. marca: DAGA o similar. Dimensiones: 0,3 x 0,3 m. Altura de agua: 0,6 m. Altura de accionamiento: 2,1 m. Material: acero inoxidable AISI-316. Potencia: 0,37 kW. Según E.T. CM.	1,00	3.480,00	3.480,00
03.02.02	Ud Puente desarenador de 0,8 x 4,0 m inoxidable Puente desarenador-desengrasador de 0,8 x 4,0 m. Marca: DAGA o similar. Incluso caja de recogida de grasas y flotantes, sistema de alimentación eléctrica y armario de maniobra. Materiales: Acero inoxidable AISI 316. Potencia motor: 0,18 kW. Según E.T. PD.	1,00	11.400,00	11.400,00
03.02.03	MI Deflector AISI-316 : 400 mm. x 4 mm. Deflector de acero inoxidable AISI-316 de 400 mm. de altura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DE-FLEC.	4,00	186,50	746,00
03.02.04	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	20,00	11,00	220,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 03.02 DESARENADOR.....				15.846,00

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 03.03 SOPLANTES DESARENADO				
03.03.01	Ud Soplane canal lateral. Q: 65 Nm3/h. Pres.: 350 mbar. Soplane de canal lateral. Marca: MPR o similar. Modelo: CL12/21. Caudal: 65 Nm3/h. Presión diferencial: 350 mbar. Potencia motor: 2,2 kW. Incluso filtro de aspiración F8/1G, válvula de seguridad SV8 y silenciosos en aspiración e impulsión. Ø impulsión: 50 mm. Según ET SDCL.	2,00	2.230,00	4.460,00
03.03.02	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.	1,00	119,50	119,50
03.03.03	Ud Válvula de mariposa manual. DN-50. Válvula de mariposa de accionamiento manual mediante palanca DN-50. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 75/40. Cuerpo: GG-25. Junta: EPDM vulcanizada al cuerpo. Eje y disco: acero inoxidable duplex. Según E.T. VALMARMA.	2,00	154,20	308,40
03.03.04	Ud Carrete de desmontaje DN-50. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-50. PN-10 Según E.T. CARRDES.	2,00	136,50	273,00
03.03.05	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-50. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-50. Espesor: 1,5 mm. Según E.T. TUBINOX.	6,00	28,97	173,82
03.03.06	MI Tuberías distribución de aire desarenador Conjunto de tuberías para distribución de aire en el desarenador. Marca: URALITA o similar. Material: PVC. Diámetro nominal: 110 mm. Presión nominal: 10 Atm. Longitud total: 5 m. Incluso p.p. de soportes y accesorios. Incluso tubería y válvula de purga de 50 mm. en PVC. Según E.T. TUBPVC.	1,00	274,40	274,40
03.03.07	Ud Difusor de burbuja gruesa, tipo Non-Clog Difusor de burbuja gruesa, tipo Non-Clog. Marca: EIMCO o similar. Tipo: clapeta elástica. Incluso p.p. de tubería, soporte y anclaje. Según E.T. DIFBUR.	9,00	15,00	135,00
03.03.08	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	30,00	11,00	330,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 03.03 SOPLANTES DESARENADO .				6.074,12

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 03.04 IMPULSION ARENAS				
03.04.01	MI Tubo de neopreno bombas arenas DN-65. Tubo flexible para aspiración de las bombas de arenas, incluso p. p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-65. Material: neopreno.	2,00	57,58	115,16
03.04.02	Ud Bomba arenas.Caudal: 1,5 m3/ h. Alt.: 1,5 mca. Bomba para extracción de arenas del desarenador. Marca: TURO o similar. Modelo: TV 41-50 SO8 LB3-2 "SP". Caudal: 1,5 m3/ h. Altura manométrica: 1,5 m.c.a. Potencia motor: 0,55 kW. Ø Asp/Imp: 65/50. Según E.T. BVAR.	1,00	6.230,00	6.230,00
03.04.03	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.	1,00	119,50	119,50
03.04.04	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-80. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-80. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	4,00	42,59	170,36
03.04.05	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	20,00	11,00	220,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 03.04 IMPULSION ARENAS.....				6.855,02
SUBCAPÍTULO 03.05 CLASIFICADOR DE ARENAS				
03.05.01	Ud Clasificador arenas tornillo sin-fin 25 m³/h Clasificador de arenas tipo tornillo sin-fin. Marca: DAGA o similar. Modelo: MR37T-035. Caudal de tratamiento: 25 m³/h. Caudal máximo hidráulico: 50 m³/h. Diámetro tornillo-sin fin: 200 mm. Ø Asp/Imp: 100/100. Potencia motor: 0,55 kW. Material: AISI-316. Según E.T. CLAR	1,00	8.308,00	8.308,00
03.05.02	Ud Contenedor 750 l. Contenedor de polietileno inyectado tipo ciudad, dotado de sistema de drenaje, ruedas de caucho, de las siguientes características. Marca: NOCHE Y DIA o similar. Capacidad: 750 l. Material: polietileno inyectado. espesor. 4 mm.	1,00	270,46	270,46
03.05.03	Ud Válvula de compuerta manual DN-50. Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-50. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	1,00	102,00	102,00
03.05.04	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-50. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-50. Espesor: 1,5 mm. Según E.T.TUBINOX.	1,00	28,97	28,97
03.05.05	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-80. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-80. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	2,00	42,59	85,18
03.05.06	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	20,00	11,00	220,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 03.05 CLASIFICADOR DE ARENAS.				9.014,61

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 03.06 SEPARADOR DE GRASAS				
03.06.01	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-200. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-200. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	9,00	147,38	1.326,42
03.06.02	Ud Separador de grasas de 1,0 x 0,5 m. Mecanismo separador de grasas y flotantes para un recinto metálico de 1,0 x 0,5 m. Marca: DAGA o similar. Modelo: MR08D-050 x 100. Capacidad tratamiento: 5 m3/h. Volumen tanque: 0,5 m3. Potencia motor: 0,18 kW. Material: acero inoxidable AISI-316. Según E .T. DES.	1,00	2.965,00	2.965,00
03.06.03	Ud Contenedor 750 l. Contenedor de polietileno inyectado tipo ciudad, dotado de sistema de drenaje, ruedas de caucho, de las siguientes características. Marca: NOCHE Y DIA o similar. Capacidad: 750 l. Material: polietileno inyectado. espesor. 4 mm.	1,00	270,46	270,46
03.06.04	Ud Válvula de compuerta manual DN-50. Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-50. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	1,00	102,00	102,00
03.06.05	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-50. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-50. Espesor: 1,5 mm. Según E.T.TUBINOX.	1,00	28,97	28,97
TOTAL SUBCAPÍTULO 03.06 SEPARADOR DE GRASAS.....				4.692,85
SUBCAPÍTULO 03.07 ESCURRIDOS CLASIFICADOR Y SEPARADOR				
03.07.01	MI Tubería de acero electrosoldado DN-200. Tubería de acero electrosoldado DIN 2458 con doble cordón de soldadura helicoidal, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-200. Según E.T.TUBACCA.	4,00	50,15	200,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 03.07 ESCURRIDOS CLASIFICADOR Y				
TOTAL CAPÍTULO 03 PRETRATAMIENTO				69.702,86

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 TANQUE DE TORMENTAS				
SUBCAPÍTULO 04.01 ENTRADA A OBRA DE REPARTO T. TORMENTAS				
04.01.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	2,00	308,13	616,26
04.01.02	MI Tubería de fundición dúctil DN-150. Tubería de fundición dúctil según norma ISO 2.531, incluso p.p.de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Según E.T. TUBFUN.	24,00	42,01	1.008,24
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.01 ENTRADA A OBRA DE REPARTO				
SUBCAPÍTULO 04.02 ALIVIO A TANQUE DE TORMENTAS				
04.02.01	MI Deflector AISI-316 : 400 mm. x 4 mm. Deflector de acero inoxidable AISI-316 de 400 mm. de altura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DE-FLEC.	0,70	186,50	130,55
04.02.02	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	30,00	11,00	330,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.02 ALIVIO A TANQUE DE				460,55
SUBCAPÍTULO 04.03 DECANTADOR LAMELAR				
04.03.01	Ud Conjunto de lamelas Conjunto de lamelas para decantador rectangular. Marca: ECOTEC o similar. Modelo: FS 41.50. Número de zonas de decantación: 1. Dimensiones de la zona lamelar: 2,8 x 2,15 m. Area base de lamelas: 6,02 m2. Volumen de lamelas: 7,83 m3. Inclinação de las lamelas: 60 °. Altura de las lamelas: 1,3 m. Separación entre lamelas: 80 mm. Material: PVC. Incluso soportes de apoyo, accesorios y anclajes. Según E.T. LAMELAS	1,00	3.160,50	3.160,50
04.03.02	MI Canal vertedero de recogida de agua decantada Canal vertedero de recogida de agua decantada con parte proporcional de soportes. Sección: 200 x 200 mm. Material: acero inoxidable AISI-316. Material soportes: acero inoxidable AISI-316	4,30	696,50	2.994,95
04.03.03	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	50,00	11,00	550,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.03 DECANTADOR LAMELAR.....				6.705,45

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 04.04 PURGA DE FANGOS TANQUE DE TORMENTAS				
04.04.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-100. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-100. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	4,00	159,40	637,60
04.04.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-100. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-100. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	7,00	61,81	432,67
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.04 PURGA DE FANGOS TANQUE DE				
SUBCAPÍTULO 04.05 VACIADOS TANQUE DE TORMENTAS				
04.05.01	Ud Bomba sumerg.Caudal: 5 m³/h. Alt.: 7 m.c.a. Grupo motobomba centrífuga sumergible. Marca: ABS o similar. Modelo: AS 0630-S 22/4-D01-1-KFMM. Caudal: 5 m³/h. Altura manométrica: 7 m.c.a., incluso anclajes, guía y cadena para izado. Potencia motor: 2,2 kW. Ø Imp: 65 mm. Según E.T. BSVACTT	2,00	1.530,20	3.060,40
04.05.02	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.	1,00	119,50	119,50
04.05.03	Ud Controlador de nivel tipo flotador Controlador de nivel tipo flotador. Según E.T. CONTNIV.	3,00	72,10	216,30
04.05.04	Ud Válvula de retención a bola. DN-65. Válvula de retención a bola DN 65. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 53/35. Uniones embri-dadas DIN 3202/1 F6. Según E.T. VALREBO.	2,00	95,20	190,40
04.05.05	Ud Carrete de desmontaje DN-65. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-65. PN-10 Se-gún E.T. CARRDES.	2,00	144,62	289,24
04.05.06	Ud Válvula de compuerta manual DN-65. Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-65. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento ce-rámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	2,00	137,40	274,80
04.05.07	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-65 Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-65. Espesor: 1,5 mm. Según E.T.TUBINOX.	12,00	34,40	412,80
04.05.08	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abraza-deras, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	40,00	11,00	440,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.05 VACIADOS TANQUE DE.....				5.003,44

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 04.06 SALIDA AGUA DECANTADA T. TORMENTAS				
04.06.01	MI Canal vertedero de recogida de agua decantada Canal vertedero de recogida de agua decantada con parte proporcional de soportes. Sección: 200 x 200 mm. Material: acero inoxidable AISI-316. Material soportes: acero inoxidable AISI-316	1,50	696,50	1.044,75
04.06.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	6,00	117,42	704,52
04.06.03	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	2,00	308,13	616,26
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.06 SALIDA AGUA DECANTADA T.				
TOTAL CAPÍTULO 04 TANQUE DE TORMENTAS				17.229,74

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 05 TRATAMIENTO BIOLÓGICO				
SUBCAPÍTULO 05.01 ENTRADA TRATAMIENTO BIOLÓGICO				
05.01.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-125. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-125. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	2,00	180,75	361,50
05.01.02	Ud Válvula de compuerta acto. electrico DN-125 Válvula reguladora de compuerta de accionamiento eléctrico y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 15/43-D. DN-125. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Con accionador eléctrico DREHMO. Según E.T. VALCOMPELEC	1,00	2.515,60	2.515,60
05.01.03	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-125. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimetrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-125. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	7,00	82,37	576,59
05.01.04	Ud Columna de maniobra Longitud: 6 m. Columna de maniobra para mantenimiento de la válvula de compuerta. Material: fundición. Longitud: 6 m.	1,00	265,20	265,20
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.01 ENTRADA TRATAMIENTO				3.718,89
SUBCAPÍTULO 05.02 REPARTO A REACTORES				
05.02.01	MI Deflector AISI-316 : 400 mm. x 4 mm. Deflector de acero inoxidable AISI-316 de 400 mm. de altura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DEFLEC.	2,10	186,50	391,65
05.02.02	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-100. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-100. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	3,00	159,40	478,20
05.02.03	Ud Válvula de compuerta manual DN-100 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-100. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	2,00	172,80	345,60
05.02.04	Ud Columna de maniobra Longitud: 3 m. Columna de maniobra para mantenimiento de la válvula de compuerta. Material: fundición. Longitud: 3 m.	2,00	148,60	297,20
05.02.05	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	20,00	11,00	220,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.02 REPARTO A REACTORES				1.732,65

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.03 ENTRADA REACTORES				
05.03.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-100. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-100. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	2,00	159,40	318,80
05.03.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-100. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-100. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	12,00	61,81	741,72
05.03.03	Ud Placa deflectora AISI-316 : 1,0 m. x 1,0m. x 4 mm. Placa deflectora de acero inoxidable AISI-316 de 1,0 m. de altura, 1,0 m. de anchura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DEFLEC.	2,00	1.860,00	3.720,00
05.03.04	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	30,00	11,00	330,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.03 ENTRADA REACTORES.....				5.110,52
SUBCAPÍTULO 05.04 ACELERADORES DE CORRIENTE				
05.04.01	Ud Agitador sumergible 1,5 kW Agitador sumergible para aguas residuales, con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de autolimpieza de álabes. Marca: ABS o similar. Modelo: RW 3021-A15/6-EC-D01-10-BC. Potencia motor: 1,5 kW Velocidad: 904 rpm. Diámetro helice: 300 mm. Incluso junta metálica de carburo-silicio, 10 m de cable especial sumergible, y sistema de elevación y giro con tubo guía en acero galvanizado y torno con cable inoxidable. Según E.T. AG15	2,00	2.735,38	5.470,76
05.04.02	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	20,00	11,00	220,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.04 ACELERADORES DE CORRIENTE				
SUBCAPÍTULO 05.05 SOPLANTES				
05.05.01	Ud Soplane. Q: 150/45 Nm3/h. Pres.: 400 mbar. Soplante trilobular de embolos rotativos de dos velocidades. Marca: MPR o similar. Modelo: SEM 2 TR. Caudal: 150/45 Sm3/h. Presión diferencial: 400 mbar. Potencia motor: 4 kW. Incluso silenciadores, válvula de seguridad, válvula de retención, filtro silenciador, manguito elástico de conexión, bancada común, transmisión por correas y poleas, y cabina de insonorización. Ø impulsión: 50 mm. Según ET SBIO	3,00	3.330,00	9.990,00
05.05.02	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.	2,00	119,50	239,00
05.05.03	Ud Variador de frecuencia de 4 kW de potencia. Variador de frecuencia de 4,0 kW de potencia. Marca: SCHNEIDER o similar. Modelo: ALTI-VAR31. Serie: ATV31HU40N4A. Filtro CEM integrado. Comunicación Modbus y CanOpen integrado. Según E.T. VARFRE.	2,00	819,00	1.638,00
05.05.04	Ud Válvula de mariposa manual. DN-50. Válvula de mariposa de accionamiento manual mediante palanca DN-50. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 75/40. Cuerpo: GG-25. Junta: EPDM vulcanizada al cuerpo. Eje y disco: acero inoxidable duplex. Según E.T. VALMARMA.	3,00	154,20	462,60

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.05.05	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 65/50 mm. Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 65/50 mm. Según E.T. TUBINOX.	3,00	35,28	105,84
05.05.06	Ud Válvula de mariposa manual. DN-65. Válvula de mariposa de accionamiento manual mediante palanca DN-65. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 75/40. Cuerpo: GG-25. Junta: EPDM vulcanizada al cuerpo. Eje y disco: acero inoxidable duplex. Según E.T. VALMARMA.	2,00	163,80	327,60
05.05.07	Ud Carrete de desmontaje DN-65. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-65. PN-10 Según E.T. CARRDES.	2,00	144,62	289,24
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.05 SOPLANTES				13.052,28
SUBCAPÍTULO 05.06 LINEA GENERAL DE AIRE				
05.06.01	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-65 Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-65. Espesor: 1,5 mm. Según E.T.TUBINOX.	118,00	34,40	4.059,20
05.06.02	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	60,00	11,00	660,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.06 LINEA GENERAL DE AIRE				4.719,20
SUBCAPÍTULO 05.07 PARRILLAS DIFUSORES				
05.07.01	Ud Válvula de mariposa manual. DN-65. Válvula de mariposa de accionamiento manual mediante palanca DN-65. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 75/40. Cuerpo: GG-25. Junta: EPDM vulcanizada al cuerpo. Eje y disco: acero inoxidable duplex. Según E.T. VALMARMA.	2,00	163,80	327,60
05.07.02	Ud Carrete de desmontaje DN-65. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-65. PN-10 Según E.T. CARRDES.	2,00	144,62	289,24
05.07.03	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-65 Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-65. Espesor: 1,5 mm. Según E.T.TUBINOX.	8,00	34,40	275,20
05.07.04	Ud Parrilla de distribución de aire Parrilla de distribución de aire al reactor biológico, formada por 28 difusores circulares de membrana de 9" de diámetro, dispuestos en 7 filas con 4 difusores por fila; con tubería de distribución en PVC de 110 mm., 2 purgas de 25 mm. Incluso colector general de distribución, colectores de fondo y cierre de equilibrio en PVC. Marca: SANITAIRE o similar. Según E.T. PBIO	2,00	1.260,00	2.520,00
05.07.05	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	40,00	11,00	440,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.07 PARRILLAS DIFUSORES				3.852,04

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.08 SALIDA LICOR MIXTO				
05.08.01	MI Canal vertedero de recogida de licor mixto Canal vertedero de recogida de licor mixto con parte proporcional de soportes. Sección: 400 x 400 mm. Material: acero inoxidable AISI-316. Material soportes: acero inoxidable AISI-316	4,00	1.860,00	7.440,00
05.08.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	12,00	117,42	1.409,04
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.08 SALIDA LICOR MIXTO				8.849,04
SUBCAPÍTULO 05.09 MANUTENCIÓN SALA DE SOPLANTES				
05.09.01	Ud Diferencial manual de 2000 kg. Diferencial manual para una capacidad de 2000 kg. Marca: VICINAY o similar. Según E.T. DIF2000.	1,00	620,00	620,00
05.09.02	MI Carril de rodadura tipo IPN-260 en acero A410b. Carril de rodadura tipo IPN-260 en acero A410b.	8,00	104,76	838,08
05.09.03	Ud Ventilador helicoidal. Caudal máx.:5.300 Nm³/h. Ventilador extractor helicoidal. Caudal máximo: 5.300 Nm³/h. Marca: SODECA o similar. Modelo: HC-45-4T/L. Potencia motor: 0,25 kW. Según E.T. VENT1.	2,00	253,52	507,04
05.09.04	Ud Rejilla de 0,5 x 0,5 m. Rejilla para entrada de aire en aluminio, de 0,5 x 0,5 m.	2,00	89,05	178,10
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.09 MANUTENCIÓN SALA DE				2.143,22
TOTAL CAPÍTULO 05 TRATAMIENTO BIOLÓGICO				48.868,60

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 06 ELIMINACIÓN DE FÓSFORO				
SUBCAPÍTULO 06.01 ALMACENAMIENTO CLORURO FERRICO				
06.01.01	Ud Depósito reactivos PRFV de 1.000 l. vertical Depósito para almacenamiento de reactivos, en PRFV, con una capacidad de 1.000 l. Marca: TECNIO o similar. Posición: vertical. Incluso válvulas, colectores y conexiones. Diámetro: 1.160 mm. Altura 1.360 mm. Según E.T. DEP1000	1,00	2.272,74	2.272,74
06.01.02	MI Tuberías distribución de reactivos Conjunto de tuberías para almacenamiento y distribución de reactivos. Marca: POLYSAN o similar. Material: Polipropileno. Diámetro nominal: 32 mm. Presión nominal: 10 Atm. Longitud total: 7 m. Incluso enganche guillemin y p.p. de válvulas, soportes y accesorios. Según E.T. TUBPP	1,00	674,40	674,40
TOTAL SUBCAPÍTULO 06.01 ALMACENAMIENTO CLORURO				
SUBCAPÍTULO 06.02 DOSIFICACIÓN DE CLORURO FERRICO				
06.02.01	Ud Bomba dosificadora. Caudal: 0-25 l/h. Bomba dosificadora de membrana. Marca: TIMSA o similar. Modelo: E00.0250 PP 10 FPG. Caudal: 0-25 l/h. Potencia motor: 90 W y 100 metros de altura manométrica de columna de agua. Según E.T. BOMDOS3	2,00	372,00	744,00
06.02.02	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.	1,00	119,50	119,50
06.02.03	Ud Variador de frecuencia de 0,37 kW de potencia. Variador de frecuencia de 0,37 kW de potencia. Marca: SCHNEIDER o similar. Modelo: ALTI-VAR31. Serie: ATV31H037N4A. Filtro CEM integrado. Comunicación Modbus y CanOpen integrado. Según E.T. VARFRE.	2,00	303,75	607,50
06.02.04	Ud Conjunto tuberías dosificación reactivos Conjunto de tuberías para dosificación de reactivos. Marca: POLYSAN o similar. Material: Polipropileno. Diámetro nominal: 15 mm. Presión nominal: 10 Atm. Longitud total: 80 m. Incluso p.p. de válvulas, soportes y accesorios. Según E.T. TUBPP	1,00	1.626,00	1.626,00
06.02.05	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	20,00	11,00	220,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 06.02 DOSIFICACIÓN DE CLORURO				
TOTAL CAPÍTULO 06 ELIMINACIÓN DE FÓSFORO				6.264,14

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 07 DECANTACIÓN SECUNDARIA				
SUBCAPÍTULO 07.01 DECANTACIÓN SECUNDARIA				
07.01.01	Ud Decantador circular de rasquetas 7 m. Puente para decantador circular de rasquetas, de 7 m. de diámetro y 3,11 m. de altura en vertedero, con pasarela construida en acero galvanizado. Campana central, rasquetas de fondo, rasqueta de superficie, tolva, sistema de recogida de flotantes, vertedero y deflector en acero inoxidable AI-SI-304. Potencia motor: 0,18 kW. Dimensiones de la campana: 1,3 x 1,25 m. Marca: DAGA o similar. Según E.T. DEC2.	2,00	14.485,00	28.970,00
07.01.02	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	60,00	11,00	660,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 07.01 DECANTACIÓN SECUNDARIA				
SUBCAPÍTULO 07.02 PURGA DE FANGOS				
07.02.01	Ud Válvula de compuerta manual DN-150 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-150. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	2,00	287,40	574,80
07.02.02	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	4,00	308,13	1.232,52
07.02.03	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T. TUBINOX.	22,00	117,42	2.583,24
07.02.04	Ud Columna de maniobra Longitud: 6 m. Columna de maniobra para mantenimiento de la válvula de compuerta. Material: fundición. Longitud: 6 m.	2,00	265,20	530,40
TOTAL SUBCAPÍTULO 07.02 PURGA DE FANGOS.....				4.920,96
SUBCAPÍTULO 07.03 SALIDA DE FLOTANTES				
07.03.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	2,00	308,13	616,26
07.03.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T. TUBINOX.	16,00	117,42	1.878,72
TOTAL SUBCAPÍTULO 07.03 SALIDA DE FLOTANTES.....				2.494,98

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 07.04 IMPULSIÓN FLOTANTES				
07.04.01	Ud Bomba sumerg.Caudal: 4 m³/h. Alt.: 10 m.c.a. Grupo motobomba centrifuga sumergible. Marca: ABS o similar. Modelo: AS 0630-S 22/4-D01-1-KFMM. Caudal: 4 m³/h. Altura manométrica: 10 m.c.a., incluso anclajes, guía y cadena para izado. Potencia motor: 2,2 kW. Ø Imp: 65 mm. Según E.T. BSFL	2,00	1.530,20	3.060,40
07.04.02	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.	1,00	119,50	119,50
07.04.03	Ud Controlador de nivel tipo flotador Controlador de nivel tipo flotador. Según E.T. CONTNIV.	3,00	72,10	216,30
07.04.04	Ud Válvula de retención a bola. DN-65. Válvula de retención a bola DN 65. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 53/35. Uniones embri-dadas DIN 3202/1 F6. Según E.T. VALREBO.	2,00	95,20	190,40
07.04.05	Ud Carrete de desmontaje DN-65. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-65. PN-10 Se-gún E.T. CARRDES.	2,00	144,62	289,24
07.04.06	Ud Válvula de compuerta manual DN-65. Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-65. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento ce-rámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	2,00	137,40	274,80
07.04.07	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-65 Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-65. Espesor: 1,5 mm. Según E.T. TUBINOX.	12,00	34,40	412,80
07.04.08	MI Tubería de polietileno DN-75 PN-10. Tubería de polietileno alta densidad PE 100. Marca: Pipelife o similar. DN-75. PN-10. SDR 17. Es-pesor: 4,5 mm. Según norma UNE-EN 12201. Incluso p.p de uniones y accesorios. Según E.T. TUBPE.	38,00	8,30	315,40
07.04.09	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abraza-deras, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	10,00	11,00	110,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 07.04 IMPULSIÓN FLOTANTES				4.988,84

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 07.05 SALIDA AGUA DECANTADA				
07.05.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	4,00	308,13	1.232,52
07.05.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimetrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	35,00	117,42	4.109,70
TOTAL SUBCAPÍTULO 07.05 SALIDA AGUA DECANTADA .				5.342,22
TOTAL CAPÍTULO 07 DECANTACIÓN SECUNDARIA				47.377,00

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 08 BOMBEO DE FANGOS				
SUBCAPÍTULO 08.01 RECIRCULACION EXTERNA				
08.01.01	Ud Bomba sumerg. Caudal: 11 m ³ /h. Alt.: 3 mca Grupo motobomba centrífuga sumergible. Marca: ABS o similar. Modelo: AS 0630-S 13/4-D01-MMD130. Caudal: 11 m ³ /h. Altura manométrica: 3 m.c.a., incluso anclajes, guía y cadena para izado. Potencia motor: 1,3 kW. Ø Imp: 65 mm. Según E.T. BSREX	3,00	1.019,20	3.057,60
08.01.02	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm ² sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.	2,00	119,50	239,00
08.01.03	Ud Variador de frecuencia de 1,5 kW de potencia. Variador de frecuencia de 1,5 kW de potencia. Marca: SCHNEIDER o similar. Modelo: ALTI-VAR31. Serie: ATV31HU15N4A. Filtro CEM integrado. Comunicación Modbus y CanOpen integrado. Según E.T. VARFRE.	2,00	570,60	1.141,20
08.01.04	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 80/65 mm. Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 80/65 mm. Según E.T. TUBINOX.	3,00	47,66	142,98
08.01.05	Ud Válvula de retención a bola. DN-80. Válvula de retención a bola DN 80. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 53/35. Uniones embriadas DIN 3202/1 F6. Según E.T. VALREBO.	3,00	113,40	340,20
08.01.06	Ud Carrete de desmontaje DN-80. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-80. PN-10 Según E.T. CARRDES.	5,00	155,18	775,90
08.01.07	Ud Válvula de compuerta manual DN-80 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-80. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	4,00	141,60	566,40
08.01.08	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-80. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-80. Espesor: 2,0 mm. Según E.T. TUBINOX.	18,00	42,59	766,62
08.01.09	Ud Controlador de nivel tipo flotador Controlador de nivel tipo flotador. Según E.T. CONTNIV.	1,00	72,10	72,10
08.01.10	kg Acero en soportes Acero en soportes contruidos a base de perfiles laminados y chapa de acero, con anclajes, abrazaderas, etc. en acero inoxidable AISI-304; abrazaderas en acero inoxidable AISI-304.	20,00	11,00	220,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 08.01 RECIRCULACION EXTERNA..				7.322,00

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 08.02 BOMBEO DE FANGOS EN EXCESO				
08.02.01	Ud Bomba sumerg. Caudal: 5 m³/h. Alt.: 7 m.c.a. Grupo motobomba centrífuga sumergible. Marca: ABS o similar. Modelo: AS 0630-S 22/4-D01-1-KFMM. Caudal: 5 m³/h. Altura manométrica: 7 m.c.a., incluso anclajes, guía y cadena para izado. Potencia motor: 2,2 kW. Ø Imp: 65 mm. Según E.T. BSVACTT	2,00	1.530,20	3.060,40
08.02.02	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.	2,00	119,50	239,00
08.02.03	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 80/65 mm. Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 80/65 mm. Según E.T. TUBINOX.	2,00	47,66	95,32
08.02.04	Ud Válvula de retención a bola. DN-80. Válvula de retención a bola DN 80. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 53/35. Uniones embriadas DIN 3202/1 F6. Según E.T. VALREBO.	2,00	113,40	226,80
08.02.05	Ud Carrete de desmontaje DN-80. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-80. PN-10 Según E.T. CARRDES.	2,00	155,18	310,36
08.02.06	Ud Válvula de compuerta manual DN-80 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-80. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	2,00	141,60	283,20
08.02.07	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-80. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-80. Espesor: 2,0 mm. Según E.T. TUBINOX.	10,00	42,59	425,90
08.02.08	MI Tubería de polietileno DN-90 PN-10. Tubería de polietileno alta densidad PE 100. Marca: Pipelife o similar. DN-90. PN-10. SDR 17. Espesor: 5,4 mm. Según norma UNE-EN 12201. Incluso p.p de uniones y accesorios. Según E.T. TUBPE.	34,00	9,49	322,66
TOTAL SUBCAPÍTULO 08.02 BOMBEO DE FANGOS EN				4.963,64
TOTAL CAPÍTULO 08 BOMBEO DE FANGOS				12.285,64

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 09 ESPESAMIENTO DE FANGOS				
SUBCAPÍTULO 09.01 ESPESADOR DE GRAVEDAD				
09.01.01	Ud Espesador de 4 m. Conjunto de equipos a ubicar en espesador de fangos de 4 m. de diámetro y 3,6 m. de altura en vertedero. Materiales: rasquetas, peine de espesamiento, campana de distribución y vertedero en acero inoxidable AISI -304. Potencia motor: 0,12 kW. Marca: DAGA o similar. Tipo: MR21N-0400. Dimensiones de la campana: 0,8 x 1,0 m. Según ET ESP	1,00	9.956,00	9.956,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 09.01 ESPESADOR DE GRAVEDAD				9.956,00
SUBCAPÍTULO 09.02 VACIADO ESPESADOR				
09.02.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	1,00	308,13	308,13
09.02.02	Ud Válvula de compuerta manual DN-150 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-150. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	1,00	287,40	287,40
09.02.03	Ud Carrete de desmontaje DN-150. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-150. PN-10 Según E.T. CARRDES.	1,00	208,81	208,81
09.02.04	MI Tubería de acero estirado DN-150. Tubería de acero estirado DIN 2440, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Según E.T. TUBACCA.	15,00	36,80	552,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 09.02 VACIADO ESPESADOR.....				1.356,34
SUBCAPÍTULO 09.03 SALIDA DE SOBRENADANTE				
09.03.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	1,00	308,13	308,13
09.03.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	4,00	117,42	469,68
TOTAL SUBCAPÍTULO 09.03 SALIDA DE SOBRENADANTE				777,81

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 09.04 SALIDA DE FANGO ESPESADO				
09.04.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-150. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-150. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	1,00	308,13	308,13
09.04.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-150. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	2,00	117,42	234,84
TOTAL SUBCAPÍTULO 09.04 SALIDA DE FANGO ESPESADO				
SUBCAPÍTULO 09.05 BOMBEO DE FANGOS A CAMIÓN				
09.05.01	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 150/100 mm. Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 150/100 mm. Según E.T. TUBINOX.	1,00	81,89	81,89
09.05.02	MI Tubería de acero inoxidable AISI-304 DN-100. Tubería de acero inoxidable AISI-304-L milimétrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-100. Espesor: 2,0 mm. Según E.T.TUBINOX.	2,00	61,81	123,62
09.05.03	Ud Válvula de compuerta manual DN-100 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-100. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	2,00	172,80	345,60
09.05.04	Ud Carrete de desmontaje DN-100. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-100. PN-10 Según E.T. CARRDES.	2,00	169,00	338,00
09.05.05	Ud Pieza acero inoxidable AISI-304: 1 red. 100/80 mm. Pieza especial de acero inoxidable AISI 304, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes, formada por 1 manguito de unión 100/80 mm. Según E.T. TUBINOX.	2,00	58,10	116,20
09.05.06	Ud Bomba tornillo helicoidal. Caudal: 5 m3/h. Bomba de tornillo helicoidal excéntrico. Marca: ALBOSA o similar. Modelo: C1KC11RM_. Caudal: 5 m3/h. Altura manométrica: 10 m.c.a. Potencia motor: 1,5 kW. Potencia absorbida: 0,74 kW. Velocidad bomba: 370 rpm. Ø Asp/Imp. 50 mm. Según E.T. BFESP.	2,00	1.172,00	2.344,00
09.05.07	Ud Manómetro de esfera tipo muelle tubular Manómetro en baño de glicerina tipo BNV de Cella o similar, escala 0-6 y 0-10 kg/cm2 sistema de medida Bourdon, diámetro 100 mm 1/2" montado y probado. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. MAN.	2,00	119,50	239,00
09.05.08	Ud Válvula de retención a bola. DN-80. Válvula de retención a bola DN 80. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 53/35. Uniones embriadas DIN 3202/1 F6. Según E.T. VALREBO.	2,00	113,40	226,80
09.05.09	Ud Carrete de desmontaje DN-80. Carrete telescópico de desmontaje tipo brida-brida, en acero inoxidable AISI-316. DN-80. PN-10 Según E.T. CARRDES.	2,00	155,18	310,36

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
09.05.10	Ud Válvula de compuerta manual DN-80 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-80. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	2,00	141,60	283,20
09.05.11	MI Conjunto de tuberías AISI-304 DN-80. guillemin Conjunto de tuberías de acero inoxidable AISI-304-L milimetrica, incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-80. Espesor: 2,0 mm. Incluso enganche guillemin para evacuación de fangos. Según E.T.TUBINOX.	2,00	396,00	792,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 09.05 BOMBEO DE FANGOS A CAMIÓN				
TOTAL CAPÍTULO 09 ESPESAMIENTO DE FANGOS.....				17.833,79

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 10 DESODORIZACIÓN.			
10.01	Ud Desodorización carbón activo 6.500 Nm3/h Instalación completa de desodorización por carbón activo en el edificio de proceso y espesador de fangos, para un caudal de 6.500 Nm3/h., con 10 renovaciones por hora. Incluso tuberías, accesorios y válvulas de interconexión. Marca: TECNIUM. Diámetro de la torre de contacto: 2.000 mm. Altura: 2.500 mm. Potencia ventilador: 7,5 kW. Según ET DESODOR	1,00	17.375,00	17.375,00
10.02	Ud Conjunto de tuberías polipropileno Conjunto de tuberías en polipropileno para conducción del aire extraído en el edificio de fangos y espesador hasta la torre de desodorización. Incluso pasamuros, codos, reducciones, soportes, rejillas y accesorios. Longitudes: - DN-400: 5 m - DN-200: 40 m - DN-150: 20 m - DN-100: 10 m	1,00	4.840,00	4.840,00
TOTAL CAPÍTULO 10 DESODORIZACIÓN.....				22.215,00

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 11 INSTRUMENTACIÓN.				
SUBCAPÍTULO 11.01 MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA BRUTA				
11.01.01	Ud Medidor electromagnetico DN 400 PN 10 Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 400 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.	1,00	2.768,00	2.768,00
11.01.02	Ud Indicador digital Indicador digital para montaje en panel, de cuatro dígitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JU-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.	1,00	136,00	136,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 11.01 MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA				
SUBCAPÍTULO 11.02 OBRA DE LLEGADA				
11.02.01	Ud Medidor de pH Medidor en continuo de pH, incluso electrodo de compensación de temperatura, sistema de limpieza, transmisor-indicador de pH, montaje local, señal 4-20 mA, accesorios, cables. etc. Marca: ABB o similar. Modelo: AP103/10510004-4630/500. Según E.T. MEDPH.	1,00	597,00	597,00
11.02.02	Ud Sonda de temperatura. Medidor de temperatura, con sonda y convertidor de señal. Marca: ABB o similar. Modelo: KT81A510000/TS-04. Según E.T. SONDT	1,00	152,00	152,00
11.02.03	Ud Indicador digital Indicador digital para montaje en panel, de cuatro dígitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JU-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.	2,00	136,00	272,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 11.02 OBRA DE LLEGADA.....				1.021,00
SUBCAPÍTULO 11.03 MEDIDA CAUDAL AGUA PRETRATADA				
11.03.01	Ud Medidor electromagnetico DN 150 PN10. Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 150 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.	1,00	1.259,00	1.259,00
11.03.02	Ud Indicador digital Indicador digital para montaje en panel, de cuatro dígitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JU-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.	1,00	136,00	136,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 11.03 MEDIDA CAUDAL AGUA.....				1.395,00

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 11.04 MEDIDA CAUDAL A BIOLÓGICO				
11.04.01	Ud Medidor electromagnetico DN 100 PN 16 Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 100 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.	1,00	1.171,00	1.171,00
11.04.02	Ud Indicador digital Indicador digital para montaje en panel, de cuatro digitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JU-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.	1,00	136,00	136,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 11.04 MEDIDA CAUDAL A BIOLÓGICO				
SUBCAPÍTULO 11.05 TRATAMIENTO BIOLÓGICO				
11.05.01	Ud Medidor de O2 disuelto Medidor de O2 disuelto en agua, compuesto por: transmisor-indicador y sistema sensor tipo esfera flotante DN-200, con montaje local, señal de 4-20 mA y 10 m. de cable. Marca: ABB o similar. Modelo: 9408/712. Según E.T. MEDO2.	2,00	607,00	1.214,00
11.05.02	Ud Medidor de potencial redox Medidor de potencial redox en balsa, tipo inmersión. Marca: ABB o similar. Modelo: AP103/60540004 Compuesto por sonda e indicador transmisor basado en microprocesador. Incluso sistema de limpieza. Según E.T. MEDREDOX	2,00	622,00	1.244,00
11.05.03	Ud Indicador digital Indicador digital para montaje en panel, de cuatro digitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JU-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.	4,00	136,00	544,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 11.05 TRATAMIENTO BIOLÓGICO ..				3.002,00
SUBCAPÍTULO 11.06 MEDIDA DE CAUDAL DE AIRE A BIOLÓGICO				
11.06.01	Ud Transmisor de presión relativa Transmisor para presión relativa con membrana separadora entre el fluido y el equipo de medida. Marca: SIEMENS. Smart, modelo Sitrans P, serie DS III, con manejo local mediante botones y LCD, y a distancia. Procedimiento de medida: Piezorresistivo. Material de la membrana y del cuerpo del sensor: Acero inoxidable AISI 316L. Indicador con visualizador local digital, con tapa y mirilla. Incluso racor y válvula de bola manual de aislamiento. Según E.T. TRANSPRE.	2,00	625,66	1.251,32
11.06.02	Ud Medidor de caudal de aire DN 25-350 mm Medidor de caudal másico de aire, tipo térmico para tuberías de DN 25-350 mm. Marca: ABB o similar. Modelo: V14224-1111111100/7962500. Según E.T. MEDCAGAS.	2,00	2.874,99	5.749,98
11.06.03	Ud Válvula reguladora de aire eléctrico. DN-65. Válvula de mariposa reguladora con actuador eléctrico DREHMO S DN-65. PN-10. Marca: AVK o similar. Modelo: 75/40. Cuerpo: GG-25. Junta: EPDM vulcanizada al cuerpo. Eje y disco: acero inoxidable duplex. Según E.T. VALMARMO.	2,00	962,00	1.924,00
11.06.04	Ud Indicador digital Indicador digital para montaje en panel, de cuatro digitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JU-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.	2,00	136,00	272,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 11.06 MEDIDA DE CAUDAL DE AIRE A				

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 11.07 MEDIDA CAUDAL FANGOS REC. EXTERNA				
11.07.01	Ud Medidor electromagnetico DN 80 PN 40 Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 80 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.	2,00	1.082,00	2.164,00
11.07.02	Ud Indicador digital Indicador digital para montaje en panel, de cuatro digitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JU-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.	2,00	136,00	272,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 11.07 MEDIDA CAUDAL FANGOS REC.				
SUBCAPÍTULO 11.08 MEDIDA CAUDAL FANGOS EN EXCESO				
11.08.01	Ud Medidor electromagnetico DN 80 PN 40 Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 80 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.	1,00	1.082,00	1.082,00
11.08.02	Ud Indicador digital Indicador digital para montaje en panel, de cuatro digitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JU-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.	1,00	136,00	136,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 11.08 MEDIDA CAUDAL FANGOS EN				
SUBCAPÍTULO 11.09 MEDIDA CAUDAL AGUA TRATADA				
11.09.01	Ud Medidor electromagnetico DN 400 PN 10 Medidor electromagnetico para medida de caudal con nivel de líquido del 10% al 100%, mediante dos electrodos, y colocado en tubería de 400 mm. de diámetro. Marca: KROHNE. Según E.T. ME-DELECVAR.	1,00	2.768,00	2.768,00
11.09.02	Ud Indicador digital Indicador digital para montaje en panel, de cuatro digitos. Marca: ABB o similar. Modelo: JU-NIOR-PRC. totalmente conexionado. Según E.T. INDDIG.	1,00	136,00	136,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 11.09 MEDIDA CAUDAL AGUA.....				2.904,00
SUBCAPÍTULO 11.10 MEDIDORES DE NIVEL				
11.10.01	Ud Medidor de nivel por microondas-RADAR Medidor de nivel por microondas-RADAR. Marca: MATELCO o similar. Tipo: Radar con onda guiada. Modelo: HYCONTROL VF07. Para depósitos hasta 5 m. Rango de medidad de desde -40°C a 200°C en brida. Incluso sidplay con interface. Según E.T. MEDRADAR.	2,00	1.715,00	3.430,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 11.10 MEDIDORES DE NIVEL.....				3.430,00
TOTAL CAPÍTULO 11 INSTRUMENTACIÓN.....				28.814,30

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 12 DEPÓSITO DE AGUA TRATADA				
SUBCAPÍTULO 12.01 AGUA INDUSTRIAL DE SERVICIOS				
12.01.01	Ud Grupo presión, 2 bombas 9 m3/h a 38 mca. Grupo de presión, con dos bombas de 9 m3/h a 38 m.c.a. y calderín de membrana de 100 l. Marca. IDEAL o similar. Potencia unitaria motor: 1,1 kW. Según E.T. GRPRE	1,00	1.784,36	1.784,36
12.01.02	Ud Filtro ciclónico 3". Caudal: 40 m³/h. 200 micras Filtro de efecto ciclónico de 3", con malla interior en acero inoxidable. Caudal: 40 m³/h. Paso: 200 micras.	1,00	203,62	203,62
12.01.03	Ud Válvula de compuerta manual DN-80 Válvula de compuerta de accionamiento manual y asiento elástico. Marca: AVK o similar. Modelo: 26/35. DN-80. Unión por bridas, DIN 3202/1, F4 (cuello corto), GGG-50, PN-16. Revestimiento cerámico interior y eje en AISI-316. Según E.T. VALCOMP	4,00	141,60	566,40
12.01.04	Ud Controlador de nivel tipo flotador Controlador de nivel tipo flotador. Según E.T. CONTNIV.	4,00	72,10	288,40
12.01.05	MI Conjunto de tuberías de agua de servicios Conjunto de tuberías de servicios en PVC de 32 mm. de diámetro, 20 Atm. Longitud: 185 m. Incluso válvulas, codos, reducciones y accesorios. Marca: URALITA o similar. Según E.T. TUBPVC.	1,00	1.495,00	1.495,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 12.01 AGUA INDUSTRIAL DE.....				4.337,78
SUBCAPÍTULO 12.02 SALIDA AGUA TRATADA				
12.02.01	Ud Carrete pasamuros inox. liso-liso. DN-400. Pasamuros con arandela estanca, de las siguientes características. Tipo: extremo liso-liso. DN-400. Longitud: 500 mm. Material tubo y arandela estanca: AISI 316 L. Según E.T. PASMLL.	1,00	682,53	682,53
12.02.02	MI Deflector AISI-316 : 400 mm. x 4 mm. Deflector de acero inoxidable AISI-316 de 400 mm. de altura y 4 mm. de espesor. Según E.T. DE-FLEC.	2,50	186,50	466,25
TOTAL SUBCAPÍTULO 12.02 SALIDA AGUA TRATADA.....				1.148,78
TOTAL CAPÍTULO 12 DEPÓSITO DE AGUA TRATADA				5.486,56

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 13 SERVICIOS AUXILIARES.				
SUBCAPÍTULO 13.01 AIRE DE SERVICIOS				
13.01.01	Ud Compresor de 19,2 Nm³/h. Pres.: 9 Kg/cm² Compresor estacionario alternativo de aire comprimido. Marca: COMPAIR o similar. Modelo: PRO-pack 320/100 PM. Caudal de aire: 19,2 Nm³/h. Presión de trabajo: 9 Kg/cm². Potencia motor: 2,2 kW. Según E.T. COMPR1	1,00	560,00	560,00
13.01.02	Ud Elementos línea de aire comprimido. DN: 1/2". Conjunto de elementos en la línea de aire, incluso tuberías, válvulas, manómetros, etc. para la alimentación del aire comprimido al panel de control. Diámetro: 1/2". Según E.T. LINAIRCO	2,00	825,00	1.650,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 13.01 AIRE DE SERVICIOS.....				2.210,00
SUBCAPÍTULO 13.02 RED DE AGUA POTABLE				
13.02.01	MI Conjunto de tuberías de agua potable Conjunto de tuberías de abastecimiento de agua potable a todos los edificios y estancias. Material: polietileno PN-10. Longitudes: - DN-40: 841 m. - DN-32: 50 m. Incluso válvulas, codos, reducciones y accesorios. Según E.T. TUBPE.	1,00	4.183,43	4.183,43
13.02.02	Ud Contador de agua tipo helice Contador de agua tipo helice, con grifo de comprobación. Según E.T. CONTADOR.	1,00	259,44	259,44
TOTAL SUBCAPÍTULO 13.02 RED DE AGUA POTABLE.....				4.442,87
SUBCAPÍTULO 13.03 RED DE RIEGO				
13.03.01	Ud Boca de riego, incluso válvula y racord. Boca de riego, incluso válvula y racord.	4,00	46,60	186,40
13.03.02	Ud Aspersor emergente circular Aspersor emergente circular para un caudal de 1,02 m³/h. Radio de alcance: 12 m. Diámetro boquilla: 4 mm. Conexión roscada 3/4".	2,00	46,93	93,86
13.03.03	Ud Aspersor emergente sectorial Aspersor emergente sectorial para un caudal de 1,02 m³/h. Radio de alcance: 12 m. Diámetro boquilla: 4 mm. Conexión roscada 3/4".	1,00	62,69	62,69
13.03.04	Ud Programador electrónico para riego Programador electrónico para riego, con selector de tipo de programa, reloj digital, teclado para programar y señalización óptica.	1,00	409,57	409,57
13.03.05	MI Conjunto de tuberías de agua de riego Conjunto de tuberías de riego en PVC de 16 mm. de diámetro, 20 Atm. Longitud: 128 m. Incluso válvulas, codos, reducciones y accesorios. Marca: URALITA o similar. Según E.T. TUBPVC.	1,00	389,00	389,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 13.03 RED DE RIEGO.....				1.141,52
TOTAL CAPÍTULO 13 SERVICIOS AUXILIARES.				7.794,39

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 14 LABORATORIO.				
14.01	Ud Agitador magnético s.c. Agitador magnético s.c.	2,00	67,56	135,12
14.02	Ud Agitador magnético con calefacción. Agitador magnético con calefacción.	1,00	224,21	224,21
14.03	Ud Armario frigorífico Armario frigorífico de 500 l. de capacidad	1,00	1.439,28	1.439,28
14.04	Ud Armario incubador Armario incubador	1,00	397,96	397,96
14.05	Ud Balanza electrónica Balanza electrónica	1,00	2.317,55	2.317,55
14.06	Ud Bloque termostático Bloque termostático	1,00	809,97	809,97
14.07	Ud Bureta digital de 25 ml. Bureta digital de 25 ml.	1,00	410,96	410,96
14.08	Ud Equipo Kjeldhal completo Equipo Kjeldhal completo, incluso unidad de digestión y destilador, con todos los accesorios.	1,00	189,55	189,55
14.09	Ud Estufa de secado hasta 200° C Estufa de secado hasta 200° C, capacidad 30l., con medida digital.	1,00	363,83	363,83
14.10	Ud Medidor de oxígeno portátil. Medidor de oxígeno portátil. Rango de medida: 0 -19,9 mg /l. Rango de saturación 199%. Según E.T. MEDO2POR.	1,00	367,57	367,57
14.11	Ud PHmetro portátil PHmetro portátil con compensador de temperatura y electrodo de pH combinado. Sensibilidad. Según E.T. MEDPHPOR.	1,00	311,12	311,12
14.12	Ud Placa calefactora. Placa calefactora.	1,00	289,27	289,27
14.13	Ud Porta filtro. Porta filtro.	1,00	289,11	289,11
14.14	Ud Tomamuestras automático portátil. Tomamuestras automático portátil.	1,00	2.923,92	2.923,92
14.15	Ud Conjunto de material de vidrio Conjunto de material de vidrio para laboratorio, incluyendo: 5 matraces aforados, 10 pipetas aforadas, 5 probetas, 1 embudo, 2 vasos de 2 l., 6 cápsulas de porcelana, accesorios y soportes.	1,00	232,79	232,79

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
14.16	Ud Equipo automático para medida de la DBO5 Equipo automático para medida de la DBO5 por metodos manométricos, con lector calibrado de transmitancia y absorbancia. N° de plazas: 6. Según E.T. EQDBO5.	1,00	1.023,94	1.023,94
14.17	Ud Conjunto de equipos para filtración de muestras, Conjunto de equipos para filtración de muestras, incluso embudo de filtración, placa porosa, kitasato, etc. Según E.T. EQFILTR.	1,00	362,46	362,46
14.18	Ud Placa calefactora de 20 x 40 cm. Placa calefactora de 20 x 40 cm.	1,00	191,86	191,86
TOTAL CAPÍTULO 14 LABORATORIO				12.280,47

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 15 MOBILIARIO Y TALLER.				
SUBCAPÍTULO 15.01 MOBILIARIO				
15.01.01	Ud Mesa de despacho metálica de 1,6 x 0,9 m Mesa de despacho metálica de 1,6 x 0,9 m. con cajones y ala.	1,00	234,88	234,88
15.01.02	Ud Sillón giratorio rodante. Sillón giratorio rodante.	1,00	125,00	125,00
15.01.03	Ud Silla de madera tapizada en curpiel. Silla de madera tapizada en curpiel.	2,00	81,34	162,68
15.01.04	Ud Taquilla para ropa de 0,5 m X 0,5 m. x 1,8 m. Taquilla para ropa de 0,5 m x 0,5 m.x 1,8 m. metálica.	2,00	70,98	141,96
15.01.05	Ud Armario metálico de 2 x 1 x 0,5 m. Armario metálico de 2 x 1 x 0,5 m. para archivos y estanterías.	1,00	166,50	166,50
15.01.06	Ud Lámpara de mesa. Lámpara de mesa.	1,00	9,69	9,69
15.01.07	Ud Taburete. Taburete.	1,00	16,87	16,87
15.01.08	Ud Radiador eléctrico Radiador eléctrico para el edificio de control. Potencia eléctrica: 1,5 Kw.	1,00	112,74	112,74
15.01.09	Ud Acondicionador de 2.500 frigorías/h. Acondicionador transportable con una potencia frigorífica de 2.500 frigorías/h.	1,00	1.360,00	1.360,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 15.01 MOBILIARIO				2.330,32
SUBCAPÍTULO 15.02 TALLER				
15.02.01	Ud Estantería metálica Estantería metálica de tres pisos, con 1 m. de ancho.	2,00	82,78	165,56
15.02.02	Ud Taladro radial portatil. Taladro radial portatil.	1,00	369,50	369,50
15.02.03	Ud Taladro portatil Taladro portatil. Marca: CASALS. Capacidad de portabrocas: hasta 13 mm. Con juego de brocas desde 1 a 13 mm. en acero al carbono.	1,00	351,77	351,77
15.02.04	Ud Soldador portatil Soldador portatil por arco eléctrico de 25 A a 220/380 V. Marca: MINIGAR. Incluye: pinza, toma de masa, careta y tres paquetes de elctrodos.	1,00	1.230,10	1.230,10
15.02.05	Ud Bomba sumergible portatil 50 m³/h Bomba sumergible de achique portatil para un caudal máximo de 50 m³/h a una altura manometrica de 14 m.c.a. Potencia motor: 1,5 kW.	1,00	989,27	989,27

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TOTAL SUBCAPÍTULO 15.02 TALLER.....				3.106,20
TOTAL CAPÍTULO 15 MOBILIARIO Y TALLER.....				5.436,52

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 16 TELEFONÍA.				
16.01	PA PA derechos de enganche Compañía Telefónica. Partida alzada a justificar para derechos de enganche con la Compañía Telefónica.	1,00	762,82	762,82
16.02	Ud Instalación de telefonía exterior Instalación de telefonía exterior, en comunicación con la red nacional, dotada de dos líneas con dos aparatos telefonicos situados en el edificio de control.	1,00	1.090,00	1.090,00
16.03	Ud Circuito cerrado de televisión Circuito cerrado de televisión/videoportero con cámara formado por tres monitores y placa de color aluminio instalado en superficie, incluso alimentador del sistema y adaptador de video.	1,00	2.698,00	2.698,00
TOTAL CAPÍTULO 16 TELEFONÍA.				4.550,82

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 17 ELEMENTOS DE SEGURIDAD.				
SUBCAPÍTULO 17.01 PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS				
17.01.01	Ud Extintor cargado con 5 kg. de CO2 con sistema de disparo a pist Extintor cargado con 5 kg. de CO2 con sistema de disparo a pistola y manguera blindada de alta presión, con lanza ligera de difusor, incluso soporte de fijación de pared.	4,00	100,17	400,68
17.01.02	Ud Carteles reflectantes indicadores de extintor. Carteles reflectantes indicadores de extintor.	4,00	4,85	19,40
17.01.03	Ud Carro portamangueras para dos devanadoras de 30 m. de enlace Carro portamangueras para dos devanadoras de 30 m. de enlace mixto.	1,00	319,70	319,70
TOTAL SUBCAPÍTULO 17.01 PROTECCIONES CONTRA.....				739,78
SUBCAPÍTULO 17.02 PROTECCIONES INDIVIDUALES				
17.02.01	Ud Salvavidas circular. Salvavidas circular.	2,00	50,89	101,78
17.02.02	Ud Carteles reflectantes indicadores de salida. Carteles reflectantes indicadores de salida.	4,00	4,85	19,40
17.02.03	Ud Conjunto de carteles varios para señalizaciones Conjunto de carteles varios para señalizaciones en la planta.	4,00	409,15	1.636,60
17.02.04	Ud Aparato individual de protección auditiva Aparato individual de protección auditiva colocado en las salas con alta intensidad de ruido.	1,00	33,75	33,75
TOTAL SUBCAPÍTULO 17.02 PROTECCIONES INDIVIDUALES				
SUBCAPÍTULO 17.03 PROTECCIONES DE GASES NOCIVOS				
17.03.01	Ud Máscara antigas. Máscara antigas.	1,00	167,82	167,82
17.03.02	Ud Ducha de emergencia lavaojos, tipo pedestal. Ducha de emergencia antiácidos y lavaojos, tipo pedestal . Según E.T. DUCHOJOS.	1,00	219,60	219,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 17.03 PROTECCIONES DE GASES..				387,42
TOTAL CAPÍTULO 17 ELEMENTOS DE SEGURIDAD.....				2.918,73

PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
18.01	CAPÍTULO 18 SEGURIDAD Y SALUD Ud Presupuesto de Seguridad y Salud, Presupuesto de Seguridad y Salud, según anejo correspondiente	1,00	14.425,84	14.425,84
TOTAL CAPÍTULO 18 SEGURIDAD Y SALUD				14.425,84
TOTAL				394.850,70

4. RESUMEN DE CAPÍTULOS

RESUMEN DE CAPÍTULOS

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	OBRA DE LLEGADA Y POZO DE GRUESOS.....	56.226,08	14,24
-01.01	-OBRA DE LLEGADA.....	6.537,59	
-01.02	-POZO DE GRUESOS.....	30.302,74	
-01.03	-ALIVIO Y BY-PASS.....	19.385,75	
2	BOMBEO DE AGUA BRUTA.....	15.140,22	3,84
3	PRETRATAMIENTO.....	69.702,86	17,64
-03.01	-CANALES DE DESBASTE.....	27.019,66	
-03.02	-DESARENADOR.....	15.846,00	
-03.03	-SOPLANTES DESARENADO.....	6.074,12	
-03.04	-IMPULSION ARENAS.....	6.855,02	
-03.05	-CLASIFICADOR DE ARENAS.....	9.014,61	
-03.06	-SEPARADOR DE GRASAS.....	4.692,85	
-03.07	-ESCURRIDOS CLASIFICADOR Y SEPARADOR.....	200,60	
4	TANQUE DE TORMENTAS.....	17.229,74	4,36
-04.01	-ENTRADA A OBRA DE REPARTO T. TORMENTAS.....	1.624,50	
-04.02	-ALIVIO A TANQUE DE TORMENTAS.....	460,55	
-04.03	-DECANTADOR LAMELAR.....	6.705,45	
-04.04	-PURGA DE FANGOS TANQUE DE TORMENTAS.....	1.070,27	
-04.05	-VACIADOS TANQUE DE TORMENTAS.....	5.003,44	
-04.06	-SALIDA AGUA DECANTADA T. TORMENTAS.....	2.365,53	
5	TRATAMIENTO BIOLÓGICO.....	48.868,60	12,38
-05.01	-ENTRADA TRATAMIENTO BIOLÓGICO.....	3.718,89	
-05.02	-REPARTO A REACTORES.....	1.732,65	
-05.03	-ENTRADA REACTORES.....	5.110,52	
-05.04	-ACELERADORES DE CORRIENTE.....	5.690,76	
-05.05	-SOPLANTES.....	13.052,28	
-05.06	-LINEA GENERAL DE AIRE.....	4.719,20	
-05.07	-PARRILLAS DIFUSORES.....	3.852,04	
-05.08	-SALIDA LICOR MIXTO.....	8.849,04	
-05.09	-MANUTENCIÓN SALA DE SOPLANTES.....	2.143,22	
6	ELIMINACIÓN DE FÓSFORO.....	6.264,14	1,59
-06.01	-ALMACENAMIENTO CLORURO FERRICO.....	2.947,14	
-06.02	-DOSIFICACIÓN DE CLORURO FERRICO.....	3.317,00	
7	DECANTACIÓN SECUNDARIA.....	47.377,00	12,00
-07.01	-DECANTACIÓN SECUNDARIA.....	29.630,00	
-07.02	-PURGA DE FANGOS.....	4.920,96	
-07.03	-SALIDA DE FLOTANTES.....	2.494,98	
-07.04	-IMPULSIÓN FLOTANTES.....	4.988,84	
-07.05	-SALIDA AGUA DECANTADA.....	5.342,22	
8	BOMBEO DE FANGOS.....	12.285,64	3,11
-08.01	-RECIRCULACION EXTERNA.....	7.322,00	
-08.02	-BOMBEO DE FANGOS EN EXCESO.....	4.963,64	
9	ESPESAMIENTO DE FANGOS.....	17.833,79	4,52
-09.01	-ESPESADOR DE GRAVEDAD.....	9.956,00	
-09.02	-VACIADO ESPESADOR.....	1.356,34	
-09.03	-SALIDA DE SOBRENADANTE.....	777,81	
-09.04	-SALIDA DE FANGO ESPESADO.....	542,97	
-09.05	-BOMBEO DE FANGOS A CAMIÓN.....	5.200,67	
10	DESODORIZACIÓN.....	22.215,00	5,63
11	INSTRUMENTACIÓN.....	28.814,30	7,30
-11.01	-MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA BRUTA.....	2.904,00	
-11.02	-OBRA DE LLEGADA.....	1.021,00	
-11.03	-MEDIDA CAUDAL AGUA PRETRATADA.....	1.395,00	
-11.04	-MEDIDA CAUDAL A BIOLÓGICO.....	1.307,00	
-11.05	-TRATAMIENTO BIOLÓGICO.....	3.002,00	
-11.06	-MEDIDA DE CAUDAL DE AIRE A BIOLÓGICO.....	9.197,30	
-11.07	-MEDIDA CAUDAL FANGOS REC. EXTERNA.....	2.436,00	
-11.08	-MEDIDA CAUDAL FANGOS EN EXCESO.....	1.218,00	
-11.09	-MEDIDA CAUDAL AGUA TRATADA.....	2.904,00	
-11.10	-MEDIDORES DE NIVEL.....	3.430,00	
12	DEPÓSITO DE AGUA TRATADA.....	5.486,56	1,39

RESUMEN DE CAPÍTULOS

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
-12.01	-AGUA INDUSTRIAL DE SERVICIOS	4.337,78	
-12.02	-SALIDA AGUA TRATADA	1.148,78	
13	SERVICIOS AUXILIARES.....	7.794,39	1,97
-13.01	-AIRE DE SERVICIOS	2.210,00	
-13.02	-RED DE AGUA POTABLE	4.442,87	
-13.03	-RED DE RIEGO	1.141,52	
14	LABORATORIO.	12.280,47	3,11
15	MOBILIARIO Y TALLER.....	5.436,52	1,38
-15.01	-MOBILIARIO	2.330,32	
-15.02	-TALLER.....	3.106,20	
16	TELEFONÍA.....	4.550,82	1,15
17	ELEMENTOS DE SEGURIDAD.	2.918,73	0,74
-17.01	-PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS	739,78	
-17.02	-PROTECCIONES INDIVIDUALES	1.791,53	
-17.03	-PROTECCIONES DE GASES NOCIVOS	387,42	
18	SEGURIDAD Y SALUD.....	14.425,84	3,65
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		394.850,70 €	

5. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN %	EUROS	
1.	OBRA DE LLEGADA Y POZO DE GRUESOS	56.226,08	14,24
2.	BOMBEO DE AGUA BRUTA	15.140,22	3,83
3.	PRETRATAMIENTO	69.702,86	17,65
4.	TANQUE DE TORMENTAS	17.229,74	4,36
5.	TRATAMIENTO BIOLÓGICO	48.868,60	12,38
6.	ELIMINACIÓN DE FÓSFORO	6.264,14	1,59
7.	DECANTACIÓN SECUNDARIA	47.377,00	12,00
8.	BOMBEO DE FANGOS	12.285,64	3,11
9.	ESPESAMIENTO DE FANGOS	17.833,79	4,52
10.	DESODORIZACIÓN	22.215,00	5,63
11.	INSTRUMENTACIÓN.	28.814,30	7,30
12.	DEPÓSITO DE AGUA TRATADA	5.486,56	1,39
13.	SERVICIOS AUXILIARES	7.794,39	1,97
14.	LABORATORIO.	12.280,47	3,11
15.	MOBILIARIO Y TALLER.	5.436,52	1,38
16.	TELEFONÍA.	4.550,82	1,15
17.	ELEMENTOS DE SEGURIDAD	2.918,73	0,74
18.	SEGURIDAD Y SALUD	14.425,84	3,65

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL 394.850,70 €

13,00 % Gastos generales 51.330,59 €

6,00 % Beneficio industrial 23.691,04 €

SUMA DE G.G. y B.I. 75.021,63 €

16,00 % I.V.A. 75.179,57 €

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA 545.051,90 €

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 545.051,90 €

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de:

QUINIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL CINCUENTA Y UN EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

Madrid, a 17 de diciembre de 2009.

REFERENCIAS

1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	2
2. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA	3

1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Aur, 1996]

Hernández Muñoz, Aurelio. ***“Depuración de aguas residuales”***. Madrid. Ed. del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y puertos. 1996.

[Aur, 1997]

HERNÁNDEZ, Aurelio. ***“Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas Residuales”***. Ed. Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos, servicios de publicaciones- colección Escuelas., 1997.

[Aur, 2004]

HERNÁNDEZ, Aurelio, GALAN, Pedro. ***“Manual de depuración Uralita. Sistemas de depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20.000 habitantes”***. Ed. Paraninfo, 2004.

[Can, 1998]

Canter, Larry W. ***“Manual de evaluación de impacto ambiental: Técnicas para la elaboración de estudios de impacto”***. Madrid. Mc. Graw Hill, 1998.

[Ced, 2006]

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). ***“XXIV Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras”***. Centro de Estudios Hidrográficos, 2006.

[Cor, 2000]

Cortacans Torre, Juan Antonio. ***“Fangos activos: eliminación biológica de nutrientes”***. Madrid. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000.

[Deg, 2001]

Traducción al español de: Degrémont. ***“Water treatment handbook”***. Paris. Ed. Lavoisier, 2001.

[Edu, 1995]

Ronzano, Eduardo. ***“Tratamiento biológico de las aguas residuales”***. Bilbao. Ed. Mundi-Prensa, 1995.

[Metcalf-Eddy, 1996]

Metcalf - Eddy. ***“Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales”***. Barcelona. Ed. Labor, 1996.

[Per, 1992]

Perry, Robert H. Perry ***“Manual del Ingeniero Químico”***. Méjico. Mc. Graw-Hill / Interamericana de México S.A., 1992.

[Ram, 1996]

Ramallho, R.S. ***“Tratamiento de aguas residuales”***. Barcelona. Ed. Reverté, 1996.

2. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- MMA: Ministerio de Medio Ambiente.
 - Vertidos de aguas residuales.
[http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/vertidos_aguas/index.htm]
 - Sistema Automático de Información Hidrológica
[http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/saih/index.htm]
- CANAL DE ISABEL II: Homologación y normativa
 - Normas para el Abastecimiento de Agua. Revisión 2004.
 - Normas para Redes de Saneamiento. Versión 2006.
 - Normas para Redes de Reutilización. Versión 2007.[http://www.cyii.es/cyii.es/web/comunicacion/homologacion_normativa.html]
- GRUPO TAR: Escuela Internacional de Ingeniería del Agua en Andalucía
[<http://www.grupotar.net/>]
- DAGA: Div. Medio Ambiente. Equipos para el Medio Ambiente
[http://www.daga.biz/Esp/medio_ambiente.html]
- ABS: Tratamiento del agua residual. Bombas, agitadores y sistemas de aireación.
[<http://www.absgroup.com.es/es/>]
- Miliarium Aureum, S.L. Ingeniería civil y medio ambiente.
[<http://www.miliarium.com>]